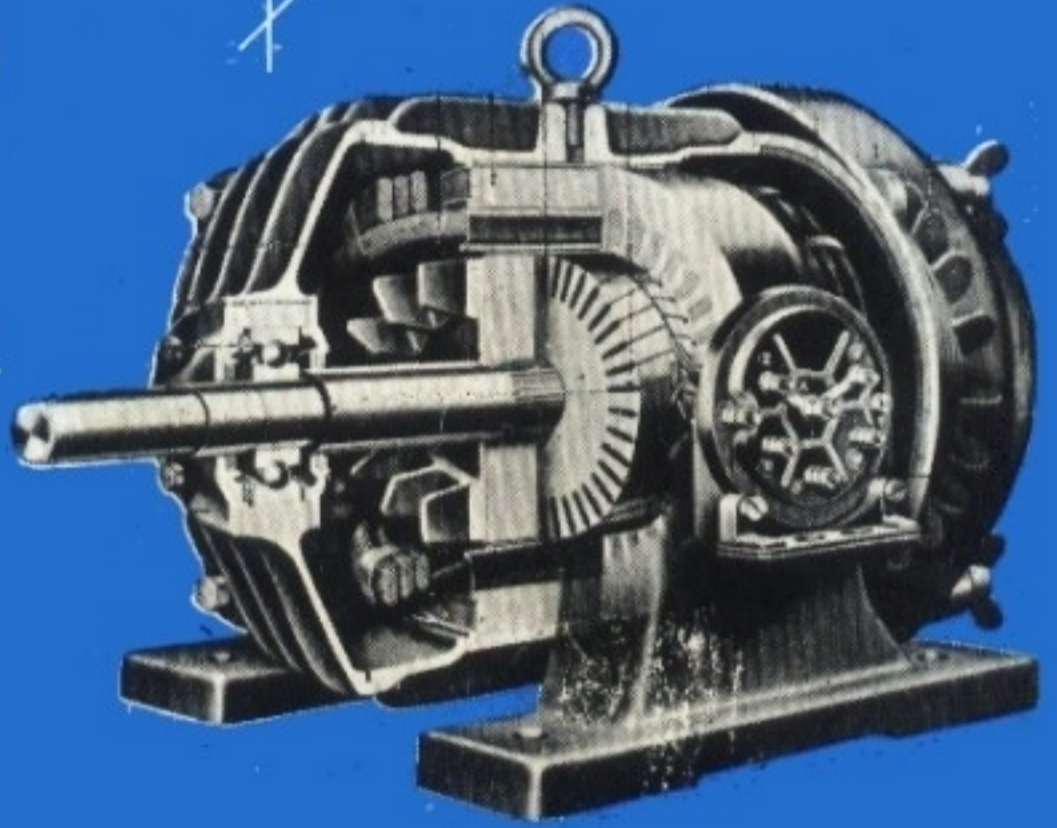
ابتدائی

الیکٹریکل انجینئرنگ حصّہ دوم

ڈویلپمنٹ سیل فار سکلڈ لیبر ٹریننگ، لاہور

ابتدائی الیکٹریکل انجنیئرنگ

حصۂ دوم

مؤلف

جی۔ کارر

ایڈوائزر (الیکٹریکل)

ڈویلپمنٹ سیل فار سکلڈ لیبر ٹریننگ، لاہور

مُترجمین

پروفیسر عبدُالرزاق بُخاری

الیکٹریکل ڈیپارٹمنٹ، یونیورسٹی آف انجنیئرنگ اینڈ ٹیکنالوجی، لاہور

سکیننگ : زین العابدین

اڈیٹنگ : سیاوش عبد الرحمن یلدرم

نظر ثانی : انجینئر طارق مقصود

بسم اللہ الرحمن الرحیم

شروع اللہ کے نام سے جو بے انتہا مہربان، رحم فرمانے والا ہے

السلام علیکم و رحمۃ اللہ و برکاتہ

نام اپرنٹس : طارق مقصود

رولنمبر : 1480

سال : 1985-1988

کلاس : الیکٹریکل

انسٹرکٹرز : لال خان صاحب، میاں اقبال صاحب، اشفاق صاحب

گورنمنٹ اپرنٹس شپ ٹریننگ سنٹر سرگودھا روڈ، فیصل آباد

واپڈا اسٹیم پاور اسٹیشن نشاط آباد، فیصل آباد

بِسْمِ اللّٰہِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

شروع کرتا ہوں اللہ تعالٰی کے نام سے جو بڑا مہربان نہایت رحم والا ہے۔

أَنَّ اللّٰهَ مَوْلٰكُمْ نِعْمَ الْمَوْلٰى وَنِعْمَ النَّصِيْرُ   حَسْبُنَا اللّٰهُ وَنِعْمَ الْوَكِيْلُ   وَاللّٰهُ خَيْرُ الرّٰزِقِيْنَ

اللہ تمہارا حمایتی ہے۔اور وہ خوب حمایتی اور خوب مددگار ہے۔ ہم کو اللہ کافی ہے اور وہ بہت اچھا کارساز ہے۔ اور اللہ سب سے بہتر رزق دینے والا ہے۔

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، أما بعد:

السلام علیکم و رحمة الله و برکاته

اظہار تشکر

اللہ وحدہ لاشریک کی حمد و ثنا کے بعد لاکھوں درود وسلام رسول اللہ ﷺ پر۔

سب سے پہلے میں شکر گزار ہوں اپنے مالک حقیقی، اپنے رازق، اپنے غوث، اپنے مشکل کشاہ، اپنے دستگیر، اپنے داتا، اپنے غریب نوار کا۔جب بھی میں نے کسی مصیبت میں اسے پکار اوہ میری مدد کو آیا۔

اور شکر گزار ہوں رسول اللہ ﷺ کا جن کی رہنمائی میرے لئے مشعل راہ ہے۔

میں شکر گزار ہوں اپنے والد محترم جناب حبیب احمد گوہیر صاحب کا جنھوں نے مجھے بچپن سے ہی ریڈیو الیکٹرونکس میں میری رہنمائی فرمائی اور مجھے انجینئرنگ کی جانب راغب کیا، میں شکر گزار ہوں واپڈا اسٹیم پاور سٹیشن، نشاط آباد، فیصل آباد کے تمام دوستوں کا، جنھوں نے مجھے الیکٹریکل، مکینیکل انجینئرنگ میں رہنمائی فرمائی، اب میں شکر گزار ہوں گورنمنٹ اپرنٹس شپ ٹرینگ سنٹر کے تمام انسٹرکٹرز صاحبان کا۔ خصوصی طور پر جناب سلیم صاحب، شفیع صاحب، لال خان صاحب، میاں اقبال صاحب، اشفاق صاحب، شفیق صاحب، عباس صاحب کی دی ہوئی تعلیم کی بدولت آج میں انجینئرنگ کی بلندیوں کو چھورہا ہوں میں تمام احباب کیلئے اللہ تعالیٰ سے اس کی رحمت کیلئے دعا گو ہوں

طالب دعا

طارق مقصود تبسم

۲۳ مارچ ۲۰۰۹

فہرست مضامین

5 سنگل فیز انڈکشن موٹر

6 ۔ ریکٹی فائر (راست گر)

7 - برقی روشنی

8 - بجلی گھر اور برقی توانائی کی تقسیم

9 - جزء طاقت کو بہتر کرنا

1 برقی تنصیبات میں حفاظتی تدابیر (Protective Measures in Electrical Installation)

برقی تنصیبات میں حفاظتی تدابیر کا مقصد تنصیبات کو بچانا نہیں بلکہ اس کا بنیادی مقصد انسانوں کی برقی صدمہ سے حفاظت ہوتا ہے اور جزوی طور پر یہ تدابیر عمارات کو آگ سے بچانے کے لیے بھی ہوتی ہیں۔

11 برقی حادثات اور اِن سے بچاؤ (Electrical hazards and protection from them)

111 برقی حادثات کے اسباب (Causes of electrical hazards)

مختلف برقی دباؤ کے دو نقاط مَس کرنے سے انسانی زندگی اور صحت کو خطرہ لاحق ہوتا ہے۔ اس صورت میں انسانی جسم برقی سرکٹ کا حصّہ بن جاتا ہے اور اس میں سے برقی رَو گزرنے لگتی ہے۔

111/1: انسانی جسم کی وساطت سے نقصی برقی رَو کا سرکٹ

مثال: شکل 111/1 میں برقی رَو کا ایک ایسا نظامِ تقسیم دکھایا گیا ہے جس کا تعدیلی موصل (N) ارتھ کیا گیا ہے۔ اس میں دکھائی گئی برقی تنصیب کے بیرونی خول پر دورانِ کار کوئی برقی دباؤ نہیں ہوتا۔ تنصیب کی تجوزیت میں نقص کی وجہ سے خول بھی برق بردار ہو جاتا ہے۔ مثلاً برقی مشین وغیرہ کا دھاتی خول۔

اگر ایسی صورت میں انسان دھاتی خول اور زمین کو مَس کرے تو جسم کے ذریعہ زمین کے ساتھ برقی سرکٹ مکمل ہو جاتا ہے (شکل 111/1)۔ اگر فرش مجوز شدہ ہو تو صرف اُسی صورت میں ہی برقی صدمہ کا خطرہ نہیں ہوگا۔

112 انسانی جسم پر برقی رَو کا اثر (Effect of electric current on human body)

انسانی جسم پر برقی رَو کا اثر مندرجہ ذیل عوامل پر منحصر ہوتا ہے:

(ا) برقی رَو کی مقدار

(ب) برقی رَو کا جسم پر دورانِ عمل

(ج) برقی رَو کی فریکوئنسی۔

برقی دباؤ کا اثر براہِ راست نہیں ہوتا۔ البتہ یہ برقی سرکٹ کی مجموعی مزاحمت پر منحصر برقی رَو پر اثر انداز ہوتا ہے۔

113 انسانی جسم کی مزاحمت (Resistance of human body)

انسانی جسم کی مزاحمت برقی رَو کی مقدار پر اثر انداز ہوتی ہے، اس لیے برقی صدمہ پر اس کا اثر قطعی ہوتا ہے۔ یہ انسانی جِلد کی مزاحمت اور جسم کی اندرونی مزاحمت (1300 اوم) پر مشتمل ہوتی ہے۔ جِلد کی مزاحمت، جِلد کی نوعیّت پر (خشک، تر یا سخت) اور سطحِ لامسہ پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر جِلد تر اور سطحِ لامسہ زیادہ ہو تو جِلد کی مزاحمت اتنی کم ہوجاتی ہے کہ عملی طور پر صرف جسم کی اندرونی مزاحمت ہی مؤثر ہوتی ہے۔ اِس صورتِ حال میں 220 وولٹ کے برقی دباؤ پر جسم میں سے گزرنے والی برقی رَو "$\frac{220 \text{ وولٹ}}{1300 \text{ اوم}}$" یعنی 170 ملی ایمپیئر کے برابر ہوتی ہے۔

چونکہ 50 ملی ایمپیئر سے زیادہ برقی رَو انسانی زندگی کے لیے خطرناک ہوتی ہے اس لیے برقی دباؤ کی خطرناک حد

'V' = برقی رَو × مزاحمت = 50 × 1300 = 65 وولٹ

اگر 100 ملی ایمپیئر سے زیادہ برقی رَو دِل پر سے گزرے تو موت واقع ہوجاتی ہے۔ 50 ملی ایمپیئر سے 100 ملی ایمپیئر کی برقی رَو اگر زیادہ وقت جسم میں سے گزرے تو اس کی وجہ سے بہت زیادہ نقصان حتیٰ کہ موت تک واقع ہوسکتی ہے۔ یہ برقی رَو 65 وولٹ کے برقی دباؤ کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔

114 برقی رَو کے مختلف اثرات (Different effects of electric current)

دِل پر اثر۔ اگر دِل برقی رَو کے سرکٹ میں آجائے تو تاچۂ قلب میں جھلملاہٹ پیدا ہوتی ہے۔ طبّی امداد کا کوئی فائدہ نہیں ہوتا کیونکہ حرکتِ قلب بے قاعدہ ہوجانے کی وجہ سے بند ہوجاتی ہے اور نتیجتاً موت واقع ہوجاتی ہے۔

سپلائی مینز کی آلٹرنیٹنگ برقی رَو ڈی سی اور بلند فریکوینسی کی برقی رَو سے زیادہ خطرناک ہوتی ہے کیونکہ اس کی وجہ سے پٹھوں میں اینٹھن پیدا ہوجاتی ہے۔ اینٹھن کی وجہ سے برقی رَو کے حامل موصل کو ہاتھ سے چھوڑنا مشکل ہوجاتا ہے اور برقی رَو زیادہ دیر تک جسم میں سے گزرتی رہتی ہے۔

اندرونی اور بیرونی جلن۔ اگر جسم میں سے برقی رَو نہ بھی گزرے تو بیرونی جلن جسم کے اُس حِصّہ پر پیدا ہوتی ہے جہاں سے برقی شعلہ کی وجہ سے برقی رَو جسم کو عبور کرتی ہے۔ اس کے علاوہ برقی شعلہ کی وجہ سے آنکھیں چُندھیا جاتی ہیں اور اس کی تیز روشنی اور بالائے بنفشی شعاعیں آنکھوں کے لیے نقصان دہ ہوتی ہیں اور زیادہ شدّت سے اندھاپن بھی پیدا ہوسکتا ہے۔

زیادہ مقدار کی برقی رَو (100 ملی ایمپیئر سے زیادہ) کے حراری اثر کی وجہ سے اندرونی جلن پیدا ہوتی ہے۔ یہ اثر زیادہ تر بلند برقی دباؤ پر واقع ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے جسم کے خلیے جل جاتے ہیں۔ یہ جلے ہوئے خلیے زہریلے ہوتے ہیں۔ چونکہ اندرونی جلن کا فوری طور پر پتہ نہیں چلتا، اس لیے برقی صدمہ کے بعد فوراً ڈاکٹر سے مشورہ کرنا چاہیے کیونکہ اگر اندرونی جلن موجود ہو تو طبّی امداد کے بغیر چند دنوں کے اندر موت واقع ہوسکتی ہے۔

115 برقی حادثات کی صورت میں ابتدائی طبّی امداد (First aid in case of electrical accidents)

اگر مریض کا جسم اس آلے کے ساتھ لگا ہو جس سے اس کو صدمہ پہنچا ہے تو اس کا سوئچ فوراً آف کر دینا چاہیے۔ اگر سوئچ،

فیوز یا ساکٹ قریب نہ ہو تو پست برقی دباؤ کی صورت (100 وولٹ سے کم) میں مریض کو ناقص آلے یا تاروں سے الگ کرنے کی کوشش کرنی چاہیے۔ مریض کو الگ کرنے سے پہلے انسان کو مجوزہ جگہ (کپڑے کا ٹکڑا یا سوکھی لکڑی) پر کھڑا ہونا چاہیے یا ہاتھوں پر خشک کپڑا لپیٹ لینا چاہیے۔ اگر یہ دونوں کام جلدی نہ ہوسکیں تو آلے کو شارٹ سرکٹ کر کے اس کے برقی دباؤ کی تعدیل کردیں (اس صورت میں برقی شعلہ پیدا ہوسکتا ہے، اس لیے احتیاط کی ضرورت ہے)۔ اگر مریض سانس نہ لے رہا ہو تو فوری طور پر مریض کو مصنوعی تنفّس دلانے کی کوشش کریں۔ برقی حادثہ کے فوراً بعد کے سیکنڈ اور منٹ مریض کی زندگی یا موت کے لیے فیصلہ کُن ہوتے ہیں۔ البتّہ اِس قسم کی مثالیں موجود ہیں کہ کئی گھنٹوں کے بعد بھی کوشش کرنے سے زندگی بچائی جاسکتی ہے۔

116 برقی تنصیبات پر کام کے دوران حادثات سے بچاؤ

(Protection from electric hazard while working on electrical installations)

برقی تنصیبات پر کام شروع کرنے سے پیشتر مندرجہ ذیل اقدامات دی گئی ترتیب کے مطابق کرنے سے یقینی طور پر اس امر کا تعیّن کیا جاسکتا ہے کہ تنصیب پر کوئی برقی دباؤ موجود نہیں :

(ا) برقی سپلائی منقطع کرنا : اگر کام کرنے والا شخص بذاتِ خود برقی سپلائی کا سوئچ 'آف' نہیں کرتا تو کام شروع کرنے سے پہلے اُسے اِس امر کی توثیق کرلینی چاہیے کہ سوئچ آف کردیا گیا ہے۔

(ب) سوئچ کا دوبارہ 'آن' ہونا : یہ دھیان رکھیں کہ کام کے دوران سوئچ کو غلطی سے دوبارہ 'آن' نہ کردیا جائے۔ اِس مقصد کے لیے تمام فیوز وغیرہ نکال لینے چاہییں۔ بصورتِ دیگر کوئی اور مناسب انتظام کرنا چاہیے۔

(ج) تنصیب پر برقی دباؤ کی موجودگی ٹیسٹ کرنا : وولٹ میٹر کی مدد سے تنصیب پر برقی دباؤ کی موجودگی کو ٹیسٹ کرلینا چاہیے۔ اس مقصد کے لیے بلب اور واصل تاروں کا استعمال خطرناک ہوتا ہے۔

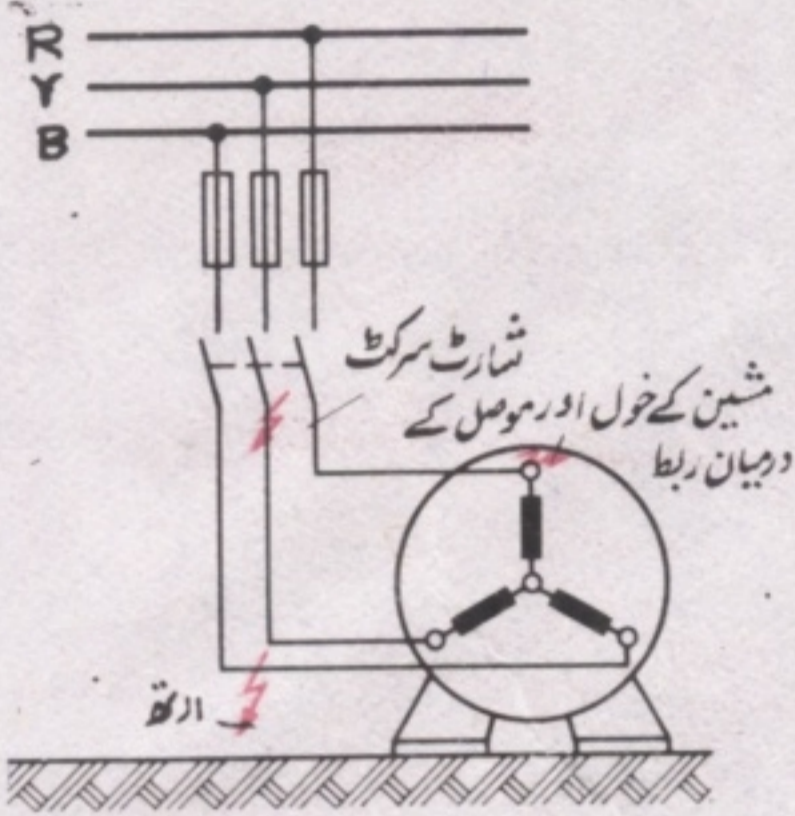
(د) ارتھ اور سپلائی کی تاروں کا شارٹ سرکٹ حدِ نگاہ میں ہونا چاہیے۔ پست برقی دباؤ کی صورت میں عام طور پر سپلائی کی تاروں کو شارٹ سرکٹ کرنا ہی کافی ہوتا ہے۔ 250 وولٹ کے پست برقی دباؤ کی موجودگی میں تنصیبات پر صرف بہ امرِ مجبوری ہی کام کرنا چاہیے۔ اس صورت میں استعمال کیے جانے والے ہتھیار مجوزہ ہونے چاہییں اور وہ جگہ بھی مجوزہ ہونی چاہیے جہاں کھڑے ہو کر کام کیا جارہا ہو۔ ہاتھوں پر ربڑ کے دستانے اور آنکھوں کی حفاظت کے لیے مخصوص چشمہ استعمال کرنا چاہیے۔

12 برقی سرکٹ کی حفاظت (Protection of electric circuits)

121 برقی سرکٹ کے امکانی نقائص (Possible faults on electric circuits)

مشین کے دھاتی خول اور برق بردار موصل کے درمیان مجوزیت کے نقص کی وجہ سے ربط پیدا ہوسکتا ہے (شکل 121/1)۔

شارٹ سرکٹ۔ کسی نقص کی وجہ سے ایک سے زیادہ برق بردار موصلوں کے درمیان ربط پیدا ہونے کو شارٹ سرکٹ کہتے ہیں (شکل 121/1)۔

121/1: برقی سرکٹ کے مختلف نقائص

ارتھ ہونا: جب کسی نقص کی وجہ سے برق بردار موصل کا زمین یا کسی ارتھ شدہ حصّہ کے ساتھ ربط ہو جائے، تو اِس نقص کو "ارتھ ہونا" کہتے ہیں (شکل 121/1)۔

کامل نقص کی صورت میں عبوری مزاحمت صفر ہوتی ہے۔ اس صورت میں بہت زیادہ نقصی برقی رَو بہنے لگتی ہے۔ اور متجاوز برقی رَو کا حفاظتی ریلے فوراً عمل کر کے سپلائی کو منقطع کر دیتا ہے۔

122 فیوز (Fuses)

برقی آلات استعمال کرنے والوں کی مناسب حفاظت کے لیے ہر تنصیب پر حفاظتی آلات لگانے چاہییں۔ نقص پیدا ہونے کی صورت میں یہ حفاظتی آلات فوری عمل کر کے ناقص سرکٹ کو سپلائی سے الگ کر دیتے ہیں۔

پاکستان میں دوبارہ قابلِ استعمال فیوز (rewireable fuses) اور بلند منقطعی ظرفیت کے فیوز (high rupturing capacity) یا ایچ آر سی فیوز آسانی سے دستیاب ہیں۔ اس کے علاوہ برقی رَو سے عمل کرنے والے ارتھ لیکیج سرکٹ بریکر اور برقی دباؤ سے عمل کرنے والے ارتھ لیکیج سرکٹ بریکر بھی استعمال کیے جاتے ہیں۔

1221 **دوبارہ قابلِ استعمال فیوز**: فیوز کی ظرفیت برقی رَو کی صورت میں متعیّن کی جاتی ہے۔ فیوز کا تار پگھلے بغیر جس مسلسل برقی رَو کا متحمّل ہو سکتا ہے، وہ اس کی ظرفیت ہوتی ہے۔ مثلاً 1 مربع ملی میٹر عمودی تراش کے رقبہ کا تانبے کا تار 16 ایمپیئر مسلسل برقی رَو کا متحمّل ہو سکتا ہے۔ لہٰذا اس کی ظرفیت 16 ایمپیئر ہے۔ نقص پیدا ہونے کی صورت میں نقصی برقی رَو فیوز اور موصل میں سے ہوتی ہوئی جائے نقص میں سے گزرتی ہے۔ اگر اس ناقص سرکٹ کی مزاحمت بہت کم ہو تو نقصی برقی رَو اس قدر زیادہ ہوگی کہ فیوز کا تار پگھل جائے گا۔ اس طرح سپلائی منقطع ہو جائے گی اور آگ یا برقی حادثہ کا خدشہ نہیں رہتا۔

1222 **بلند منقطعی ظرفیت کے فیوز** (H.R.C. Fuse)۔ متجاوز لوڈ کی صورت میں اس فیوز کا تار بھی پگھل جاتا ہے۔ کم وقت کے لیے برقی رَو کی بے ضرر سرج گزرنے سے یہ فیوز عمل نہیں کرتے۔ ان کی معیاری ظرفیت 2، 4، 6، 10، 15، 20، 30، 35، 40، 50، 60، 80، 100، 125، 160، 200، 250، 300 ایمپیئر وغیرہ ہوتی ہے۔

1223 **کیرٹرج فیوز**۔ کیرٹرج فیوز کا تار مجوز خول میں بند ہوتا ہے۔ خول کے سروں پر دھاتی شام لگے ہوتے ہیں تاکہ فیوز کی گرفت کے ساتھ تار کا ربط قائم ہو سکے۔ کیرٹرج فیوز کا سائز اس کی ظرفیت اور نامی برقی دباؤ پر منحصر ہوتا ہے۔

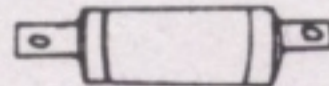
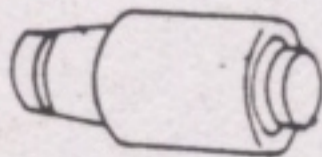
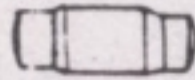
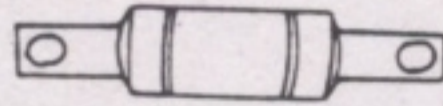
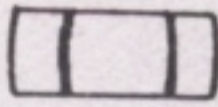
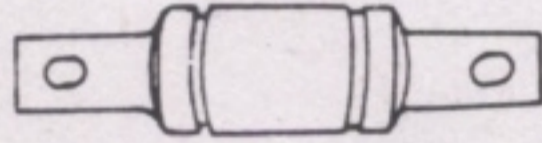
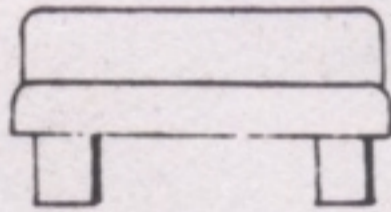
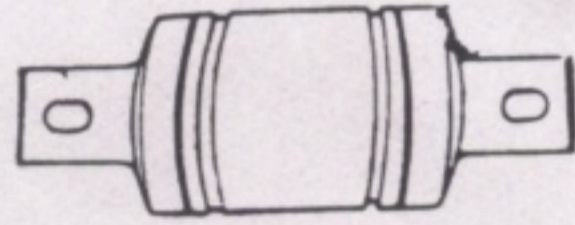
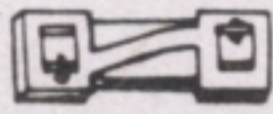
123 سرکٹ بریکر (Circuit breaker)

سرکٹ بریکر کا عمل فیوز سے مختلف ہوتا ہے۔ بنیادی طور پر نقصی برقی رَو ریلے کے کوائل میں سے گزرتی ہے اور یہ ریلے ناقص سرکٹ کو سپلائی سے منقطع کر دیتی ہے۔ سرکٹ بریکر متجاوز لوڈ اور کم برقی دباؤ سے حفاظت کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ سرکٹ بریکر کے عمل میں تاخیری وقفے کو ضرورت کے مطابق تبدیل کیا جا سکتا ہے۔

124 حفاظتی آلات کا خرچ (Expenditure on protective devices)

دوبارہ قابلِ استعمال فیوز سب سے سستے ہوتے ہیں۔ اس کا ابتدائی اور تبدّل کا خرچ بہت کم ہوتا ہے۔ اس کے خول اور بورڈ آسانی سے سستی قیمت پر دستیاب ہوتے ہیں۔ فیوز کے تار کی قیمت بہت کم ہوتی ہے۔

بلند منقطعی ظرفیت کے فیوز سرکٹ بریکر سے سستے ہوتے ہیں لیکن زیادہ ظرفیت کے فیوز کی صورت میں ان کا تبدّل زیادہ قیمتی ہوتا ہے۔ ان کے لیے مخصوص خول اور بورڈ درکار ہوتے ہیں جو کہ مہنگے اور مشکل سے دستیاب ہوتے ہیں۔

سرکٹ بریکر کا ابتدائی خرچ زیادہ ہوتا ہے۔ لیکن ان کے تبدل کا خرچ بہت کم ہوتا ہے۔ عام طور پر ان کا سائز بڑا ہوتا ہے اور ان کی تنصیب کے لیے مخصوص پینل درکار ہوتے ہیں جس کی وجہ سے ان کا تنصیبی خرچ بہت زیادہ ہوتا ہے۔

122/1: مختلف قسم کے فیوز : بلند منقطعی ظرفیت کے فیوز اوپر دکھائے گئے ہیں۔ کیرٹرج اور دوبارہ قابلِ استعمال فیوز نیچے دکھائے گئے ہیں۔

125 شارٹ سرکٹ سے حفاظت (Protection from short circuit)

فیزوں کے درمیان جامد شارٹ سرکٹ وغیرہ کی صورت میں جب نقصی برقی رَو بہت زیادہ ہو، تو عام فیوز کے تار فوری طور پر نہیں پگھلتے۔ اس لیے سرکٹ منقطع ہونے سے پہلے برقی رَو کی مقدار خطرناک حد تک بڑھ جاتی ہے جس سے موصل میں متجاوز حرارت پیدا ہو جاتی ہے اور آگ لگنے کا احتمال ہوتا ہے۔

ایچ۔آر۔سی فیوز بہت جلد جل جاتے ہیں۔ ان کی ایسی قسمیں بھی دستیاب ہیں جو نقص پیدا ہونے کے صرف 0.001 سیکنڈ کے بعد سرکٹ منقطع کر دیتے ہیں اور برقی رَو محفوظ حدود کے اندر ہی رہتی ہے۔ سرکٹ بریکر بھی فوری طور پر عمل کرتے ہیں۔

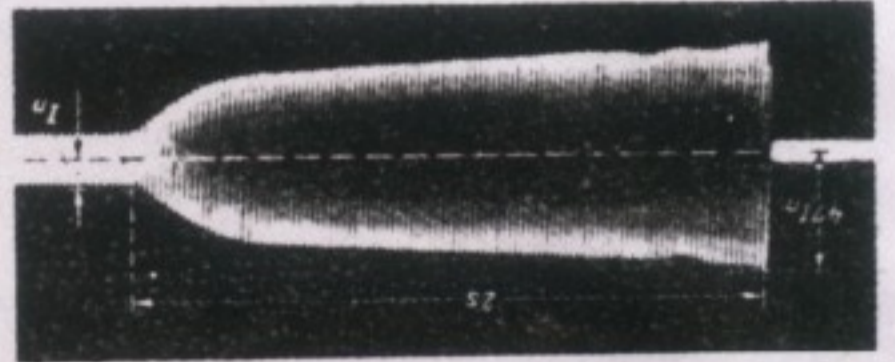
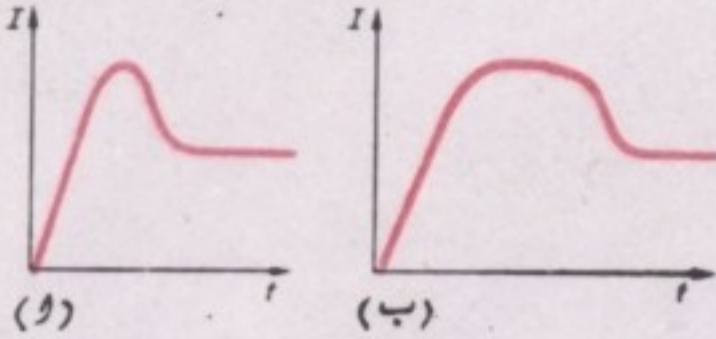
126 متجاوز لوڈ سے حفاظت (Protection from overload)

عام فیوز کی مدد سے مستقل متجاوز لوڈ سے حفاظت نہیں کی جا سکتی کیونکہ یہ اپنی ظرفیت سے تقریباً دوگنی برقی رَو پر پگھلتا ہے۔ البتہ ایچ۔آر۔سی فیوز کی مدد سے مؤثر حفاظت کی جا سکتی ہے کیونکہ ان کے تار اپنی ظرفیت سے 1.1 گنا برقی رَو پر بھی پگھل سکتے ہیں۔ جس برقی رَو پر عام فیوز کے تار پگھلتے ہیں، اس کی مقدار غیر یقینی ہوتی ہے۔ مثلاً 10 ایمپیئر کی ظرفیت کے ایک فیوز کا تار 17 سے 20 ایمپیئر برقی رَو گزرنے سے پگھل سکتا ہے۔ ایچ۔آر۔سی فیوز کے تار کو پگھلانے والی برقی رَو کی مقدار متعیّن ہوتی ہے اور کیرٹرج پر درج ہوتی ہے۔ مثلاً "F.F 1.6" (F.F کا مطلب جزءِ فیوز ہے) سے مراد ہے کہ اس فیوز کا تار اپنی ظرفیت سے 1.6 گنا برقی رَو پر پگھل جائے گا۔ سرکٹ بریکر کی صورت میں متجاوز لوڈ کا جزءِ تحفّظ ضرورت کے مطابق متعیّن کیا جاتا ہے۔ اس کی کم از کم مقدار ظرفیت کا 1.25 گُنا ہوتی ہے۔

127 برقی رَو کی سرج (Electric surge)

جب برقی موٹر کو سٹارٹ کیا جاتا ہے یا سرکٹ پر کوئی لوڈ ڈالا جاتا ہے تو برقی رَو کی ایک بے ضرر سرج پیدا ہوتی ہے۔ عام فیوز اس سرج کی وجہ سے بھی پگھل سکتے ہیں جس کی وجہ سے غیر ضروری دِقّت کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔ اِس دِقّت سے بچنے کے لیے اگر زیادہ ظرفیت کا فیوز استعمال کیا جائے تو یہ متجاوز لوڈ سے حفاظت نہیں کر سکتا کیونکہ اس کی ظرفیت موصل کی ظرفیت سے زیادہ ہو جاتی ہے۔ ایچ۔آر۔سی فیوز کم وقت کے لیے اپنی ظرفیت سے 10 گُنا برقی رَو کا متحمّل ہو سکتا ہے، اس لیے یہ فیوز مجموعی حفاظت کے لیے بہت مناسب رہتا ہے۔ سرکٹ بریکر کے عمل میں تاخیری وقفے کو اِس طرح منتخب کیا جا سکتا ہے کہ برقی رَو کے اِس بے ضرر سرج کی وجہ سے سرکٹ بریکر عمل نہ کریں۔

13 برقی موٹر کے لیے حفاظتی سوئچ (Protective switches forelectric motors)

سکوئرل کیج موٹر کی متجاوز لوڈ سے حفاظت کے لیے فیوز ناکافی ہوتے ہیں کیونکہ موٹر کی سٹارٹنگ برقی رَو فیوز کی نامی برقی رَو کا 4 سے 7 گنا ہوتی ہے۔ سٹارٹنگ برقی رَو کی مقدار لوڈ پر منحصر نہیں ہوتی۔

13/1 (و) بغیر لوڈ کی صورت میں موٹر کی سٹارٹنگ برقی رَو (ب) لوڈ کی صورت میں موٹر کی سٹارٹنگ برقی رَو دونوں صورتوں میں سٹارٹنگ برقی رَو کی انتہائی مقدار یکساں ہے۔ لوڈ کی صورت میں سٹارٹنگ برقی رَو میں تنزل دیر سے آتا ہے۔

13/2: سہ فیز سکوئرل کیج موٹر کی سٹارٹنگ کا عمل اہتزاز نگار پر دکھایا گیا ہے۔ کامل لوڈ پر سٹارٹنگ برقی رَو نامی برقی رَو کا 4.7 گنا ہے اور سٹارٹنگ کا عمل 2 سیکنڈ تک رہتا ہے۔

فیوز موٹر کی حفاظت کے لیے مناسب نہیں ہوتے ہیں

131 **مثال 1** : 380 وولٹ کی سکوئرل کیج موٹر کی نامی طاقت 15 کلوواٹ اور نامی برقی رَو 30 ایمپیئر ہے۔ متجاوز لوڈ سے حفاظت کے لیے فیوز استعمال کرنا مطلوب ہے۔ موٹر کی سٹارٹنگ کا اہتزازی گراف اور فیوز کی منحنی مخصوص دستیاب ہیں۔ فیوز کی ظرفیت معلوم کریں۔

معلوم: $P_2 = 15$ k W ; $V = 380V$

$I_N = 30A$

مطلوب : $I_F = ?$

حل : شکل 131/1 (و) میں دکھائے گئے اہتزازی گراف سے ظاہر ہے کہ کامل لوڈ پر سٹارٹنگ برقی رَو

$$I_{start} = 6 \times 30 = 180A$$

اور تنزلی وقفہ

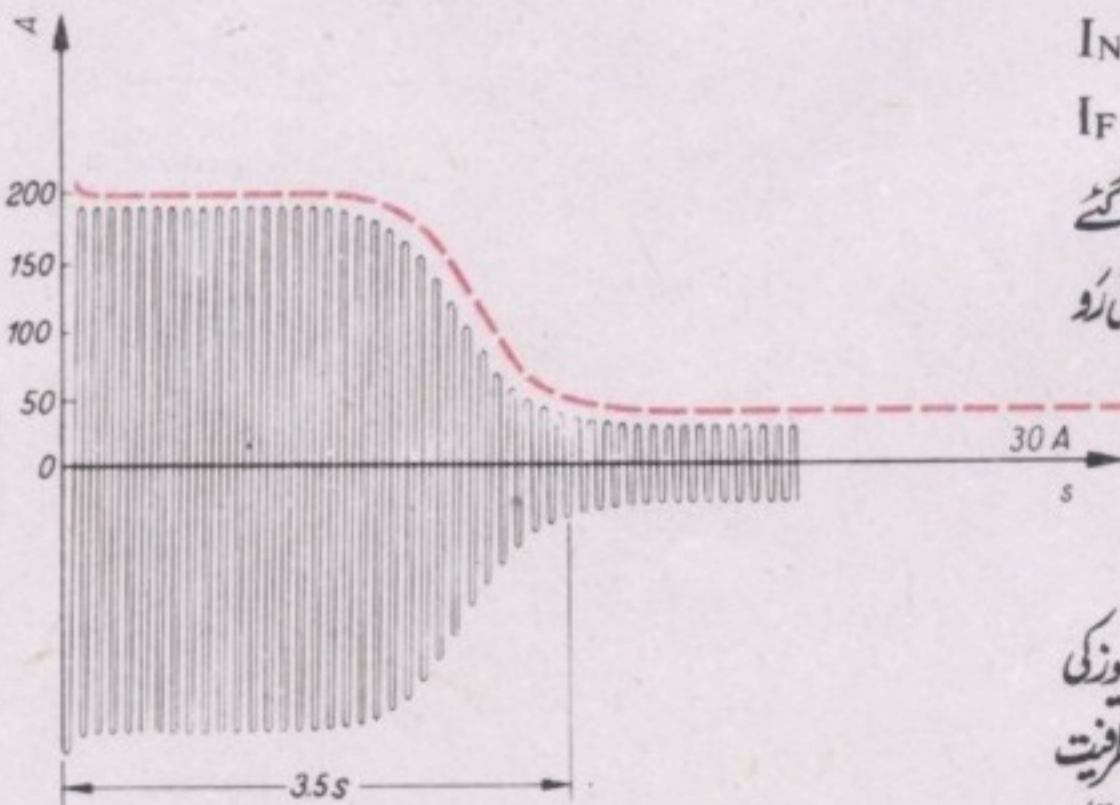
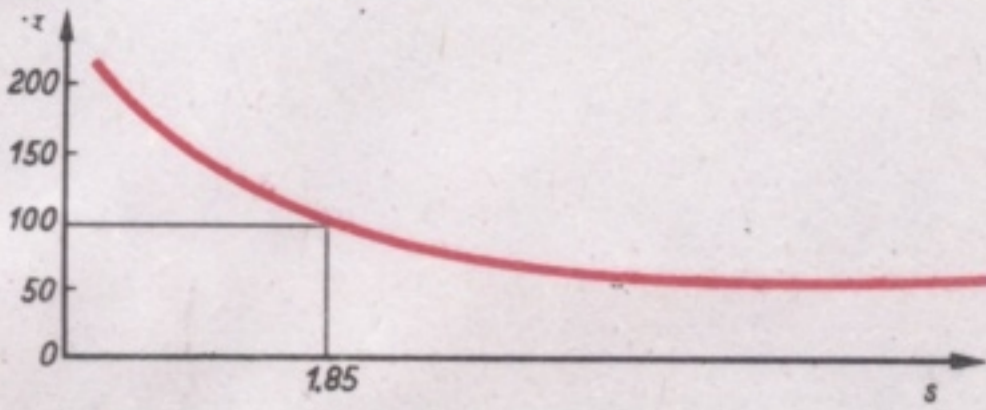
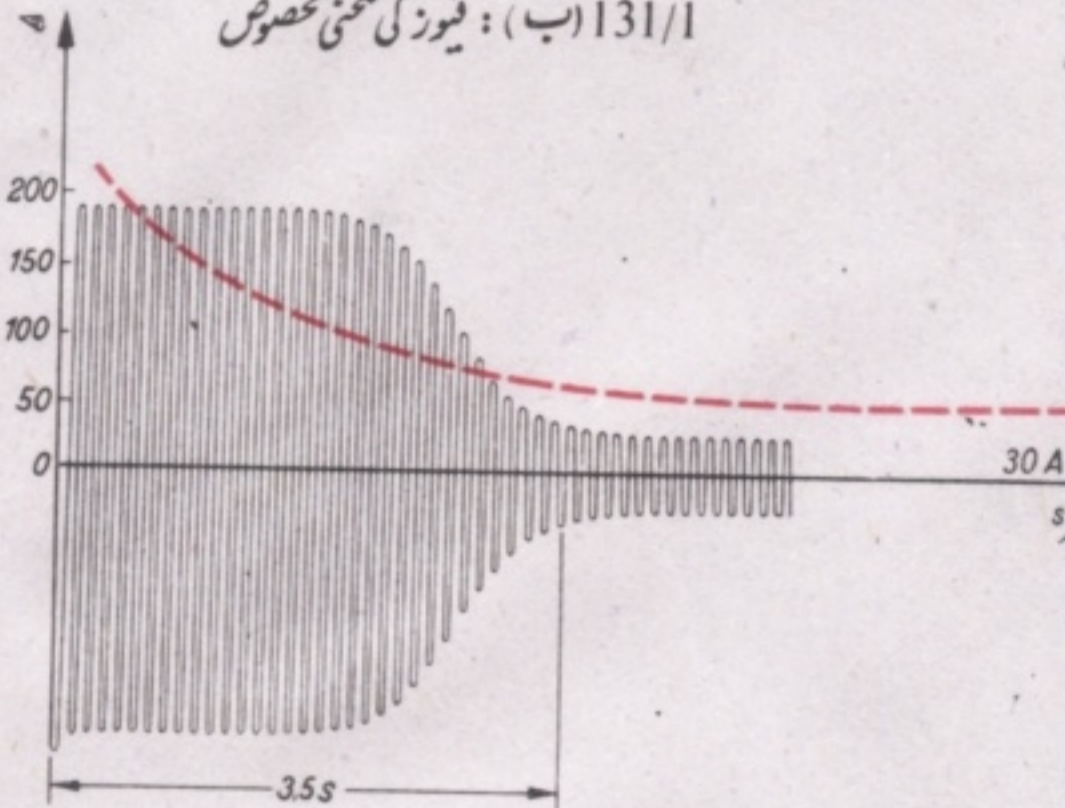
$$T_d = 3.5s$$

چونکہ نامی برقی رَو 30 ایمپیئر ہے اور عام فیوز کی مدد سے متجاوز لوڈ سے حفاظت مقصود ہے اس لیے فیوز کی ظرفیت 25 ایمپیئر ہونی چاہیے۔ یہ فیوز اپنی ظرفیت سے 1.4 گنا برقی رَو یعنی 35 ایمپیئر کا ایک گھنٹے تک متحمل ہو سکتا ہے۔

131/1: (و) سہ فیز سکوئرل کیج موٹر کی سٹارٹنگ کا اہتزازی گراف

131/1 (ب): فیوز کی منحنیٔ مخصوص

131/1 (ج): (ا) اور (ب) ایک ہی گراف پر دکھائے گئے ہیں

131/2: شکل برائے مثال 2

25 ایمپیئر کے فیوز کی منحنیٔ مخصوص شکل 131/1 (ب) میں دکھائی گئی ہے۔ اس منحنیٔ مخصوص کی مدد سے یہ معلوم کیا جا سکتا ہے کہ کسی خاص برقی رَو پر فیوز کا تار کتنی دیر کے بعد پگھل جاتا ہے۔ مثلاً اگر برقی رَو 100 ایمپیئر ہو، تو فیوز 1.85 سیکنڈ کے بعد جل جائے گا۔

اگر شکل 131/1 (ج) کے مطابق سٹارٹنگ کا اہتزازی گراف اور فیوز کی منحنیٔ مخصوص یکساں سکیل کے مطابق ایک ہی گراف پر دکھائے جائیں تو یہ معلوم کیا جا سکتا ہے کہ فیوز کس وقت جل جائے گا (دونوں منحنیوں کا نقطۂ قاطع)۔

نتیجہ: شکل 131/1 (ج) سے ظاہر ہے کہ موٹر کی متجاوز لوڈ سے حفاظت کرنے کے لیے منتخب کردہ فیوز 0.2 سیکنڈ کے بعد یعنی موٹر سٹارٹ کرنے کے فوراً بعد جل جائے گا اور موٹر "سبک روی" (free running) پر نہیں پہنچ سکے گی، کیونکہ اس کے لیے موٹر کو 3.5 سیکنڈ درکار ہیں۔

مثال 2: موٹر کے لیے ایسا فیوز منتخب کریں کہ موٹر سبک روی پر پہنچ سکے۔ اِس امر کی پڑتال کریں کہ کیا منتخب کردہ فیوز موٹر کی متجاوز لوڈ سے حفاظت کے لیے مناسب ہے یا نہیں؟

معلوم: مثال 1 دیکھیں

مطلوب: $I_F = ?$

حل: 80 ایمپیئر ظرفیت کا فیوز سبک روی کی شرط کو پورا کرتا ہے۔ اس فیوز کی منحنیٔ مخصوص سٹارٹنگ کے اہتزازی گراف کو قطع نہیں کرتی بلکہ نامی برقی رَو سے بہت اوپر تقریباً متوازی ہی رہتی ہے۔ موٹر کی برقی رَو اگر نامی برقی رَو کا تین گنا بھی ہو تو یہ فیوز نہیں جلتا ہے۔

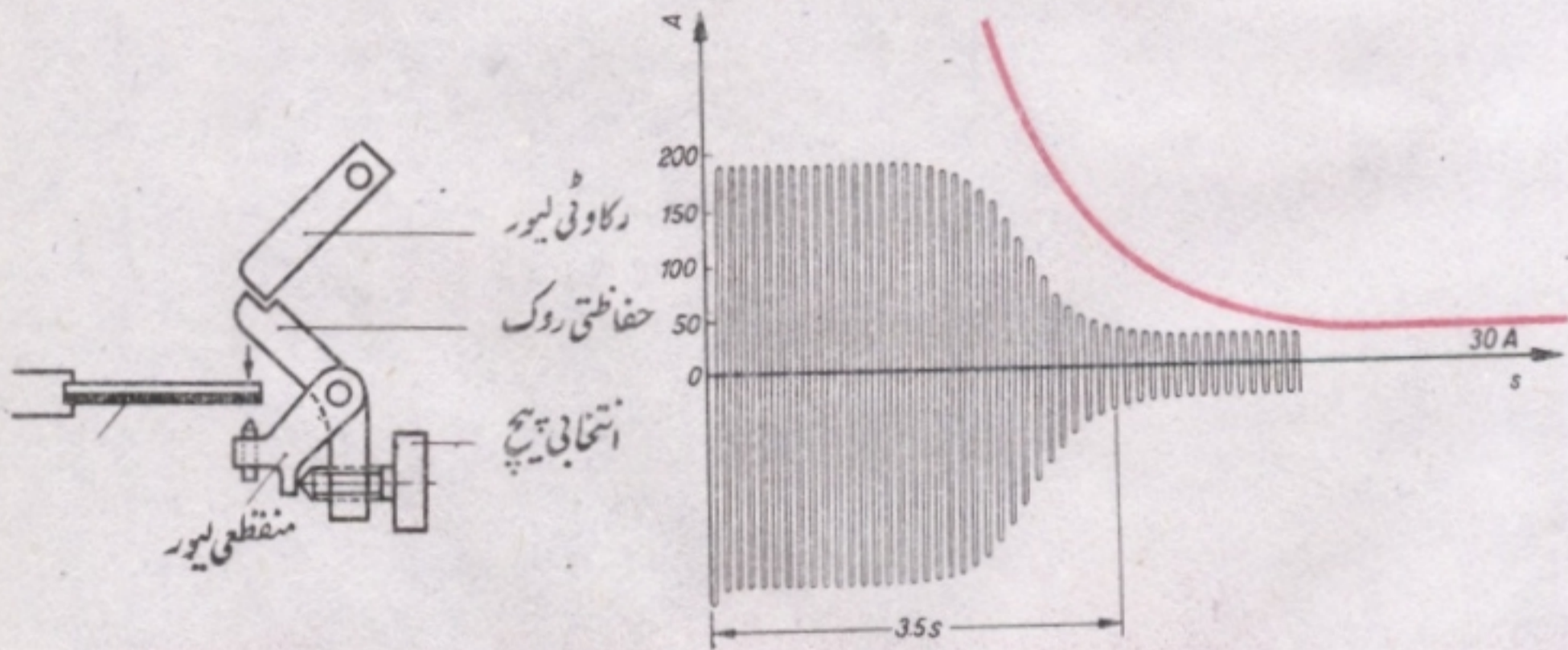
نتیجہ : موٹر سبک روی تک تو پہنچ جاتی ہے مگر منتخب کردہ فیوز موٹر کی متجاوز لوڈ سے حفاظت نہیں کرسکتا۔

132 حرارتی منقطعی سوئچ (Thermal tripping switch)

حرارتی منقطعی سوئچ آپس میں ویلڈ کردہ دو مختلف دھاتوں کے پرتوں (دو دھاتی) کے غیر یکساں حرارتی پھیلاؤ کے اصول پر عمل کرتے ہیں۔ پرتوں کے حرارتی پھیلاؤ کی شرح مختلف ہونے کی وجہ سے یہ دو دھاتی پرت گرم ہونے پر ایک طرف جھک جاتے ہیں۔ دو دھاتی اِنور (لوہے اور نکل کا بھرت) اور تانبے کے پرت پر مشتمل ہوتی ہے۔

دو دھاتی پرت کے گرد ایک حراری کوائل لپیٹ دیا جاتا ہے جس میں سے موٹر کی برقی رُو گزرتی ہے۔ غیر مباح متجاوز برقی رُو گزرنے کی وجہ سے حراری کوائل دو دھاتی پرتوں کو گرم کر دیتا ہے جس کی وجہ سے پرت ایک طرف جھک جاتے ہیں اور منقطعی میکانی نظام کو عمل میں لا کر سرکٹ منقطع کر دیتے ہیں (شکل 132/2)۔

دو دھاتی پرتوں کی تاخیری خصوصیات کو منحنیٔ مخصوص کی صورت میں ظاہر کیا جاسکتا ہے (شکل 132/1)۔ اگر دو دھاتی پرتوں کی منحنیٔ مخصوص اور موٹر کی سٹارٹنگ برقی رُو کا گراف یکساں سکیل پر ایک ہی محوروں پر بنایا جائے تو معلوم ہوگا کہ ان دو دھاتی پرتوں کے استعمال سے موٹر سبک روی تک پہنچ سکتی ہے۔ سبک روی کے بعد حرارتی منقطعی سوئچ کی منحنیٔ مخصوص، سٹارٹنگ کے گراف سے بہت کم فاصلے پر اُس کے متوازی ہی رہتی ہے۔ اگر اس سوئچ کی ظرفیت موٹر کی نامی برقی رُو کے برابر منتخب کی جائے، تو جب موٹر کی برقی رُو نامی برقی رُو سے متجاوز کرے گی تو کچھ وقت کے بعد دو دھاتی پرت منقطعی سوئچ کو عمل میں لے آئیں گے۔ متجاوز برقی رُو کی مقدار جتنی زیادہ ہوگی منقطعی عمل اُتنا ہی جلد ہوگا۔

132/2: حرارتی منقطعی سوئچ کا میکانی نظام

132/1 : صحیح منتخب کردہ حرارتی منقطعی سوئچ کی منحنیٔ مخصوص

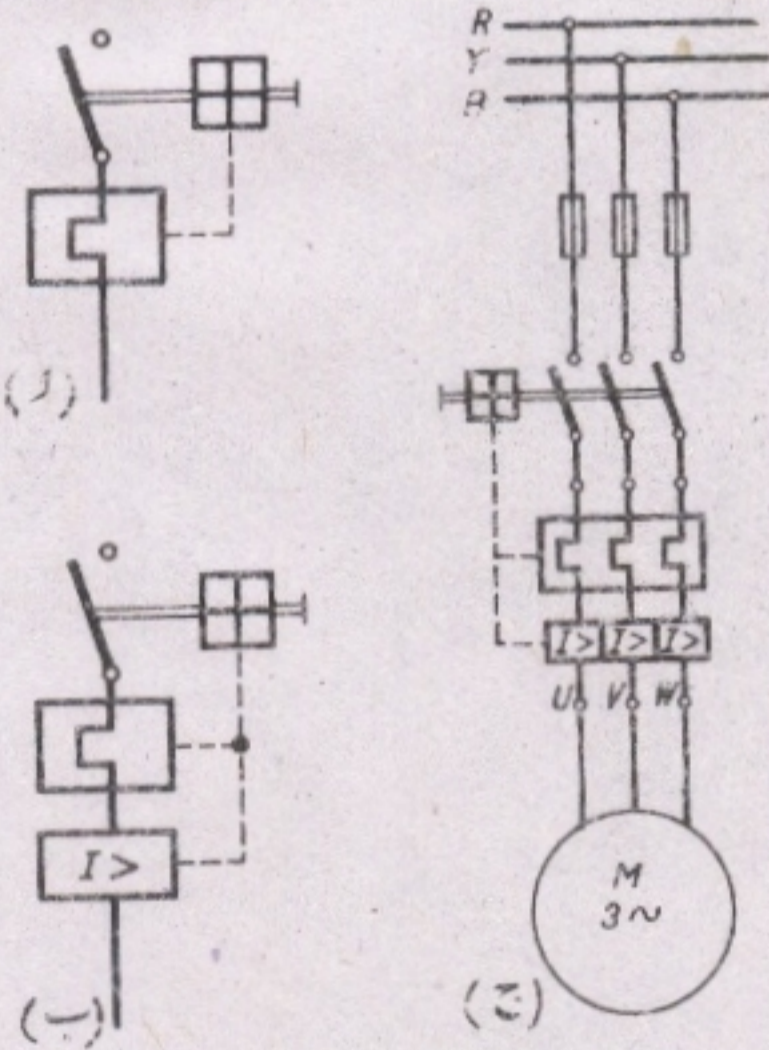
133 حرارتی سوئچ اور شارٹ سرکٹ فیوز پر مشتمل موٹر کے لیے حفاظتی ترتیب (Motor protection with thermal switch and short circuit fuse)

برقی موٹر کی متجاوز لوڈ سے ہی نہیں بلکہ شارٹ سرکٹ سے بھی حفاظت کرنی ہوتی ہے۔ حرارتی منقطعی سوئچ اِس مقصد کے لیے نامناسب ہوتے ہیں کیونکہ بہت زیادہ شارٹ سرکٹ برقی رُو کی وجہ سے حرارتی کوائل اِتنی جلد گرم ہو جاتا ہے کہ اس کے جل جانے کا اندیشہ ہوتا ہے شکل 133/1 کی مدد سے اس اصول کی وضاحت کی گئی ہے۔

خط 'a' دو دھاتی حرارتی سوئچ کی منحنی مخصوص ہے جس کی ظرفیت نامی برقی رَو کے برابر ہے۔ خط 'b' عام فیوز کی منحنی مخصوص کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ فیوز شارٹ سرکٹ کی صورت میں عمل کرتا ہے۔ جب موٹر نامی برقی رَو پر چل رہی ہو تو کوئی سوئچ بھی عمل نہیں کرتا۔ ایک خاص متجاوز لوڈ پر حرارتی سوئچ وقت 't_1' سیکنڈ کے بعد عمل کر کے سرکٹ کو منقطع کر دیتا ہے۔ فیوز فی الحال عمل نہیں کرتا، لیکن ایمرجنسی کی صورت میں یہ بھی 't_2' سیکنڈ کے بعد عمل کرتا ہے۔ اس کے برعکس شارٹ سرکٹ کی صورت میں فیوز 't_3' سیکنڈ کے بعد جل جاتا ہے جبکہ حرارتی سوئچ صرف ایمرجنسی کی صورت میں 't_4' سیکنڈ کے بعد عمل کرتا ہے۔ اس طرح مطلوبہ حفاظتی ترتیب مناسب حفاظت فراہم کرتی ہے یعنی متجاوز لوڈ کی صورت میں حرارتی سوئچ عمل کرتا ہے اور شارٹ سرکٹ کی صورت میں فیوز جل جاتا ہے۔ مذکورہ حفاظتی ترتیب کا عمل صرف اُس وقت درست ہوتا ہے جب مناسب ظرفیت کا شارٹ سرکٹ فیوز منتخب کیا جائے یعنی حرارتی منقطعی سوئچ کے ساتھ اس کا عمل انتخابی ہونا چاہیے۔ خط 'b_1' زیادہ ظرفیت کے منتخب کردہ فیوز کی منحنی مخصوص کو ظاہر کرتا ہے۔ اس صورت میں جب شارٹ سرکٹ پیدا ہوتا ہے تو پہلے حرارتی منقطعی سوئچ عمل کرتا ہے اور فیوز بعد میں جلتا ہے۔ اس سے یہ مراد ہے کہ زیادہ حرارت کی وجہ سے حرارتی منقطعی سوئچ کو نقصان پہنچ سکتا ہے۔

133/1 : حرارتی منقطعی سوئچ اور شارٹ سرکٹ فیوز پر مشتمل موٹر کے لیے حفاظتی ترتیب

134 حرارتی سوئچ اور شارٹ سرکٹ سوئچ پر مشتمل حفاظتی ترتیب

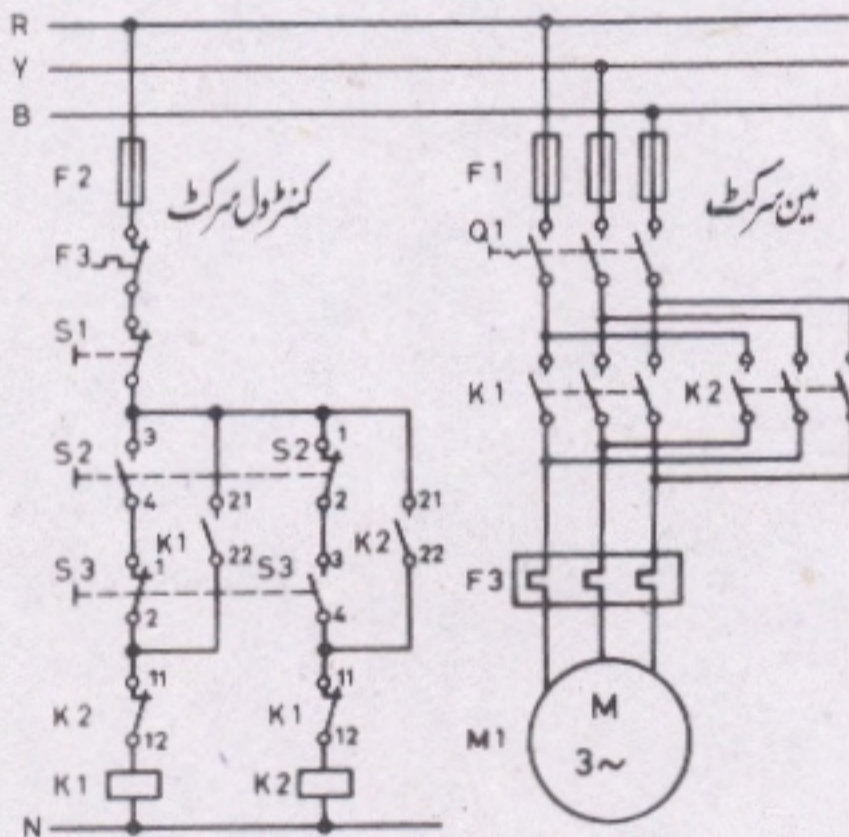
(Protective arrangement with thermal switch and short circuit switch)

ایک خاص نامی برقی رَو کے لیے منتخب کردہ حرارتی سوئچ کے مطابق کبھی کبھی مناسب شارٹ سرکٹ فیوز دستیاب نہیں ہوتا ہے۔ اس صورت میں موٹر کی حفاظت کے لیے حرارتی منقطعی سوئچ کے علاوہ تیز عمل برقی مقناطیسی سوئچ بھی شارٹ سرکٹ سوئچ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ حرارتی سوئچ کے ہم سلسلہ مقناطیسی کوائل لگایا جاتا ہے۔ جب اس میں سے شارٹ سرکٹ برقی رَو گزرتی ہے تو کوائل کے زیر اثر لوہے کے کور پر مقناطیسی قوتِ کشش عمل کرتی ہے اور اس کے ذریعہ سرکٹ منقطع ہو جاتا ہے۔ دو دھاتی سوئچ کے مطابق منتخب کردہ برقی رَو گزرنے پر مقناطیسی سوئچ بغیر تاخیر کے عمل کرتا ہے (شکل 134/1)۔

شکل 134/1 : خود کار سوئچ کی علامت (ا) سنگل فیز دستی قفلی سوئچ بمعہ (دو دھاتی) متجاوز برقی رَو کا برقی حرارتی (دو دھاتی) سوئچ۔ قفلی سوئچ سرکٹ کو دوبارہ خود بخود بند ہو جانے سے روکتا ہے۔ (ب) دستی قفلی سوئچ بمعہ برقی حرارتی سوئچ اور شارٹ سرکٹ برقی رَو کے لیے برقی مقناطیسی سوئچ۔ (ج) سہ فیز موٹر اور اس کے حفاظتی سوئچ کا عملی خاکہ۔

موٹر کے حفاظتی سوئچ کے ساتھ برقی دباؤ کی تخفیف سے بچاؤ کا حفاظتی کوائل بھی لگایا جا سکتا ہے۔ جب اطلاقی برقی دباؤ ایک خاص مقدار سے کم ہو جائے تو حفاظتی سوئچ کو آف کر دیتا ہے۔ برقی دباؤ دوبارہ درست مقدار پر پہنچ جائے تو اس سوئچ کے ذریعہ موٹر کی غیر کنٹرول کردہ سٹارٹنگ سے احتراز کیا جا سکتا ہے۔

اکثر اوقات تمام سوئچ حالتِ صفر کے ساتھ قفل کرنے پڑتے ہیں یعنی موٹر کے حفاظتی سوئچ اُس وقت تک دوبارہ "آن" نہیں کیے جا سکتے جب تک کہ سٹارٹنگ سے متعلقہ تمام آلات حالتِ صفر میں نہ ہوں۔ اس ترتیب کی مدد سے حادثات سے حفاظت کی جا سکتی ہے۔

135 موٹر کا حفاظتی سوئچ مع تماسیہ (Motor protective switch with contactor)

اگر موٹر کے حفاظتی سوئچ کو دُور سے کنٹرول (ضبطِ بعید) کرنا ہو اور زیادہ سوئچنگ فریکوینسی درکار ہو تو حرارتی سوئچ کے علاوہ تماسیہ بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے ذریعہ اضافی ہم قفلی (interlocking) اور اشارہ کاری (indication) بھی ممکن ہو سکتی ہے (شکل 135/1)۔ تماسیات ایسے سوئچ ہوتے ہیں جن پر اگر محرک قوت عمل نہ کر رہی ہو تو یہ صفری حالت میں واپس آجاتے ہیں۔ "آن" حالت میں اِن میں میکانی قفل نہیں ہوتا۔ پُش بٹن کے ذریعہ سوئچ کے مقناطیس کو محرک کیا جاتا ہے جو کہ ایک لوہے کے ٹکڑے کو اپنی طرف کھینچتا ہے۔ اِس وجہ سے سوئچ کے متحرک حصّہ پر دباؤ پڑتا ہے اور مقناطیسی کوائل کا سرکٹ مکمل رہتا ہے۔ جب مقناطیسی سرکٹ منقطع ہو جاتا ہے۔ تو تماسیات بھی عمل کر کے سرکٹ کو منقطع کر دیتے ہیں۔ اگر مقناطیسی سرکٹ میں برقی دباؤ کم ہو جائے تو بھی مقناطیسی قوت سوئچ کی خود گرفت کے لیے کافی نہیں ہوتی اور سرکٹ منقطع ہو جاتا ہے۔ اگر پُش بٹن کو سرکٹ بند کرنے کے لیے استعمال کیا جائے تو تماسیہ کا ایک خود گرفتی تماس اِس پُش بٹن کو شارٹ کر دیتا ہے۔ تماسیات بار بار عمل کرنے کے لیے مناسب ہوتے ہیں۔ اِن کی میکانی ساخت سادہ ہوتی ہے، اِن میں قفلی سوئچ نہیں ہوتے اور اِن کے تماسات کی قوتِ دباؤ کم ہوتی ہے یعنی اِن کے میکانی حصّے تیزی سے بند نہیں ہوتے ہیں۔

135/1: گھڑی وار اور منقلب گھڑی وار گردش کے لیے ایک سہ فیز موٹر کا عملی خاکہ

علامات: سہ فیز موٹر 'M1'، مین حفاظتی سوئچ 'Q1'، برقی رَو کے مین سرکٹ کے لیے فیوز 'F1'، برقی رَو کے کنٹرول سرکٹ کے لیے فیوز 'F2'، چار اِتّصالی اور ایک منقطعی تماس پر مشتمل تماسیہ 'K1'، تماسیہ 'K2' (K1 کی طرح)، ایک منقطعی تماس کا حرارتی ریلے 'F3'، ایک تہرا (تین حالتوں والا) پُش بٹن جو کہ مندرجۂ ذیل تماسات پر مشتمل ہے، 'S2'، ایک اِتّصالی اور ایک منقطعی تماس (گھڑی وار گردش کے لیے) 'S3' (S2 کی طرح) منقلب گھڑی وار گردش کے لیے۔ 'S1' ایک منقطعی تماس گھڑی وار گردش کے لیے 'Q1' 'آن' کرنے کے بعد 'S2' کو دبائیں تو 'K1' عمل کرے گا۔

منقلب گھڑی وار گردش کے لیے ضروری ہے کہ پہلے موٹر کو 'S1' کے ذریعے 'آف' کر دیں۔ اب 'S3' کو دبائیں تو 'K2' عمل کرے گا۔

برقی رَو کا بہاؤ: گھڑی وار سمت کے لیے 'S2' کو دبانے سے برقی رَو S1-F3-F2-R سے ہوتی ہوئی اس کے تماس 3 - 4 سے 'S3' کے تماس 1 - 2 سے 'K2' کے تماس 11 - 12 سے کوائل 'K1' سے N (تعدیلی موصل) تک پہنچ جاتی ہے۔ مین سرکٹ کا تماسیہ 'K1' موٹر کو گھڑی وار سمت میں چلاتا ہے۔ 'S2' کو چھوڑنے کے بعد تماسیہ 'K1' اپنے تماس 21 - 22 کے ذریعے محرک رہتا ہے۔ 'K1' کے تماس 11 - 12 تماسیہ 'K2' کے ساتھ ہم قفل ہوتے ہیں۔

14. برقی تنصیبات کی حفاظت کے مختلف طریقے (Protective methods for electrical installations)

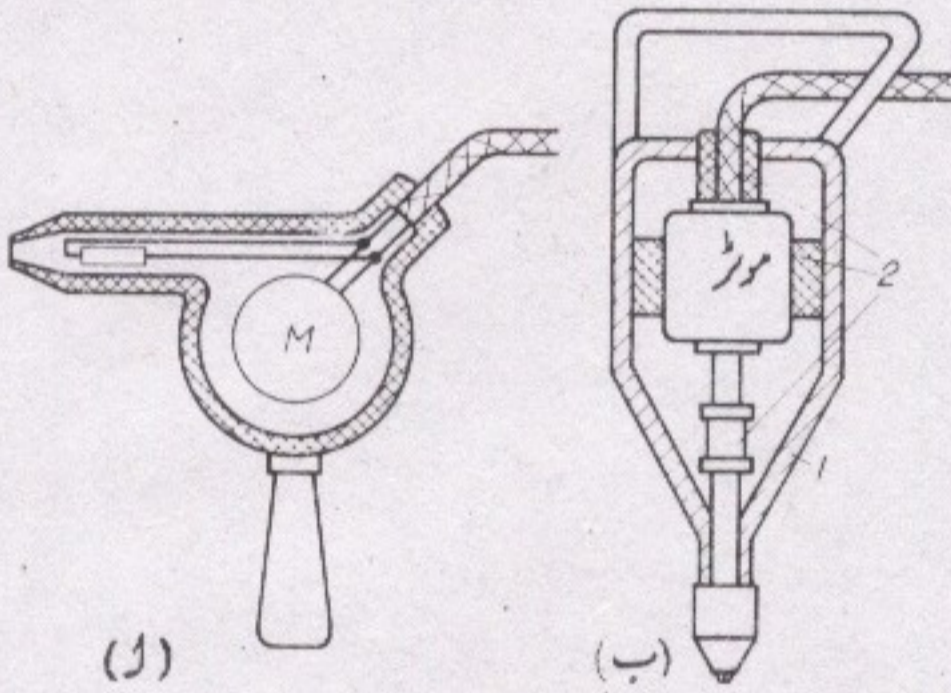
141 ارضی موصل کے بغیر تنصیبات کی حفاظت (Protection without earthing conductor)

1411 حفاظتی مجوزیت۔ حفاظتی مجوزیت کے ذریعے مندرجہ ذیل مختلف طریقوں سے برقی آلات کے خول پر صدماتی برقی دباؤ پیدا ہونے سے روکا جاتا ہے۔

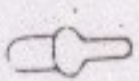
1 - مجوزشدہ خول: مثلاً بال خشک کرنے والا برقی آلہ (شکل 1411/1)۔

2 - مجوزشدہ میکانی حصے (پلاسٹک وغیرہ کے گیئر، شافٹ، لیور یا خول وغیرہ۔ مثلاً ہلکی دھات کی دستی بورنگ مشین (شکل 1411/1)۔

3 - مجوزشدہ فرش: اس صورت میں فرش اور تمام قابلِ رسائی دھاتی اشیاء کو مجوز کر دیا جاتا ہے۔ مثلاً برقی آلات کے ٹیسٹ بینچ وغیرہ۔

1411/1: حفاظتی مجوزیت والے آلات
(ا) مجوزشدہ خول کا بال خشک کرنے والا برقی آلہ (ب) دستی بورنگ مشین -(1) ہلکی دھات کا خول (2) مجوزشدہ اندرونی حصے۔

استعمال: حفاظتی مجوزیت گھریلو استعمال کے برقی آلات ریڈیو، ٹیلی ویژن اور چھوٹے چھوٹے برقی آلات (برقی اوزار) میں بکثرت استعمال ہوتی ہے منقطعی آلات اور سوئچ بورڈ وغیرہ میں حفاظتی مجوزیت استعمال کی جاتی ہے۔ تماس کی صورت میں یہ طریقہ محفوظ ترین ہوتا ہے۔ لیکن حاجز اشیاء کی حراری اور میکانی قوت برداشت کم ہوتی ہے، اس لیے یہ طریقہ زیادہ استعمال نہیں ہوتا۔ علاوہ ازیں حاجز اشیاء کی ایصالیتِ حرارت کم ہوتی ہے، اس لیے اگر موٹر کا خول ان اشیاء سے بنایا جائے تو موٹر کو خنک رکھنا مشکل ہو جاتا ہے۔

1412 پست محفوظ برقی دباؤ۔ حفاظتی ٹرانسفارمر، کھلونے کے ٹرانسفارمر اور برقی گھنٹی کے ٹرانسفارمر کی مدد سے اے سی سرکٹ میں پست برقی دباؤ کے ذریعہ (42 وولٹ تک) حفاظت مہیا کی جاتی ہے۔ اس مقصد کے لیے موٹر جنریٹر سیٹ یا بیٹریاں وغیرہ استعمال نہیں کی جاتیں۔ مختلف ٹرانسفارمروں کی علامات مندرجہ ذیل ہیں:

حفاظتی ٹرانسفارمر	کھلونوں کا ٹرانسفارمر	برقی گھنٹی کا ٹرانسفارمر	دستی بلب کا ٹرانسفارمر

پست محفوظ برقی دباؤ کی زیادہ سے زیادہ قیمت 42 وولٹ ہے اور بچوں کے کھلونوں کی صورت میں محفوظ برقی دباؤ 24 وولٹ رکھا جاتا ہے۔

پست محفوظ برقی دباؤ کے سرکٹ میں خطرناک برقی دباؤ سے بچاؤ کے لیے اگلے صفحہ پر دی گئی احتیاطیں مدِنظر رکھنی چاہییں:

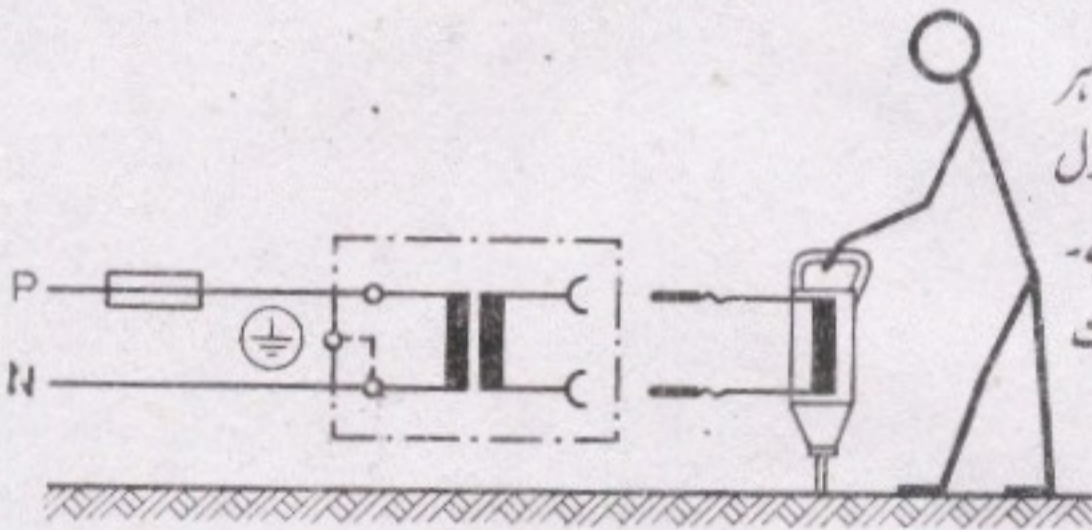
(ا) پست برقی دباؤ کے سرکٹ کو ارتھ نہیں کرنا چاہیے اور نہ ہی اسے بلند برقی دباؤ کے سرکٹ کے ساتھ جوڑنا چاہیے۔

(ب) کھلونوں اور برقی گھنٹیوں کے ماسوا تمام تنصیبی اشیاء اور موصل 250 وولٹ کے لیے مجوزہ ہونے چاہییں۔

(ج) پست برقی دباؤ کے اٹھائے جاسکنے والے (نقل پذیر) آلات کے پلگ کا سائز بلند برقی دباؤ (220 وولٹ) کے مطابق نہیں ہونا چاہیے۔

(د) پست برقی دباؤ کے آلات میں حفاظتی موصل کے لیے ٹرمینل فراہم نہیں کرنا چاہیے۔

استعمال : یہ حفاظتی طریقہ صرف چھوٹے آلات تک محدود ہے۔ چونکہ کم برقی دباؤ پر برقی رُو کی مقدار بڑھ جاتی ہے ، اس لیے بڑے صارفین کی صورت میں یہ طریقہ غیر اقتصادی ہے۔

1413 حفاظتی ٹرانسفارمر۔ حفاظتی ٹرانسفارمر کی مدد سے صارف کے برقی سرکٹ کو ارتھ شدہ سپلائی سرکٹ سے الگ کر دیا جاتا ہے۔ اس طرح دھاتی خول اور واصل موصل کے درمیان ربط پیدا ہونے سے زمین کے لحاظ سے صدماتی برقی دباؤ پیدا نہیں ہوتا۔ حفاظتی ٹرانسفارمر کی پرائمری اور سیکنڈری وائینڈنگ کے درمیان برقی ربط نہیں ہوتا (شکل 1413/1)۔ یہ طریقہ 380 وولٹ تک کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

حفاظتی ٹرانسفارمر کو '$\frac{0}{0}$' کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ غیر نقل پذیر ٹرانسفارمر کے دھاتی خول کی حفاظت سپلائی سرکٹ کے ساتھ ہی کرنی چاہیے۔ نقل پذیر ٹرانسفارمر کی صورت میں حفاظتی مجوزیت کا طریقہ استعمال کرنا چاہیے۔

1413/1: غیر نقل پذیر حفاظتی ٹرانسفارمر کی مدد سے ایک برقی آلہ کی سپلائی سرکٹ سے علیحدگی۔ ٹرانسفارمر کے خول کی حفاظت ارضی (حفاظتی) موصل کے ذریعہ کی گئی ہے۔

حفاظتی ٹرانسفارمر کی سیکنڈری وائینڈنگ یا جنریٹر پر ارضی نقص کی صورت میں یہ طریقہ غیر مؤثر ہو جاتا ہے اور دھاتی خول پر زمین کے لحاظ سے صدماتی برقی دباؤ پیدا ہو سکتا ہے۔ اس خطرہ سے بچنے کے لیے مندرجہ ذیل احتیاطیں مدِنظر رکھنی چاہییں:

(ا) ہر آلہ کے لیے الگ الگ حفاظتی ٹرانسفارمر (یا موٹر جنریٹر سیٹ) استعمال کریں۔ آلہ اور حفاظتی ٹرانسفارمر کے درمیان براہ راست ربط ہونا چاہیے۔

(ب) صارف کا برقی سرکٹ ارتھ نہیں کرنا چاہیے اور دوسرے صارفین کے ساتھ اس کا برقی ربط بھی نہیں ہونا چاہیے۔

یہ طریقہ صرف اُن آلات کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے جن کی نامی برقی رُو زیادہ سے زیادہ 15 ایمپیئر ہو۔

استعمال : یہ طریقہ شیونگ مشین، برقی اوزار، سرکٹ اکھاڑنے کے برقی برمے اور تر گرائینڈنگ کرنے کی موٹر وغیرہ میں استعمال ہوتا ہے۔

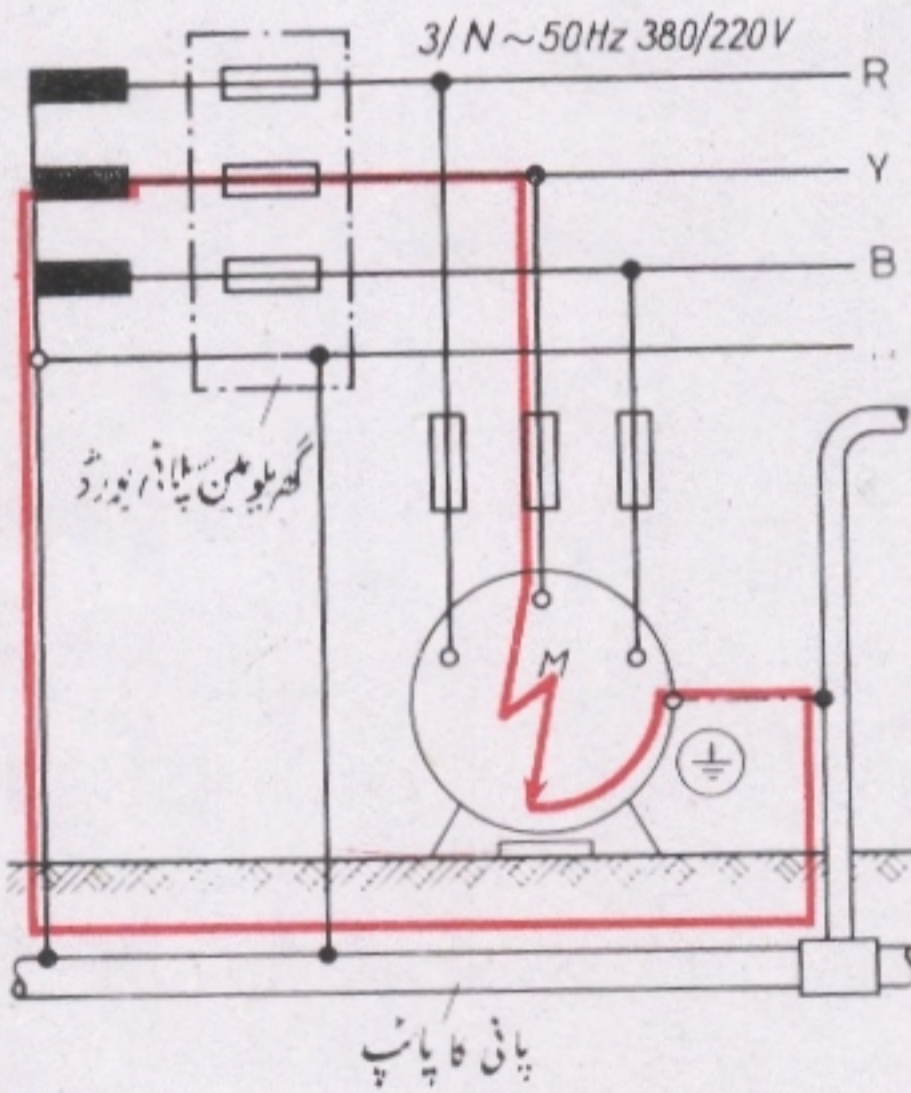
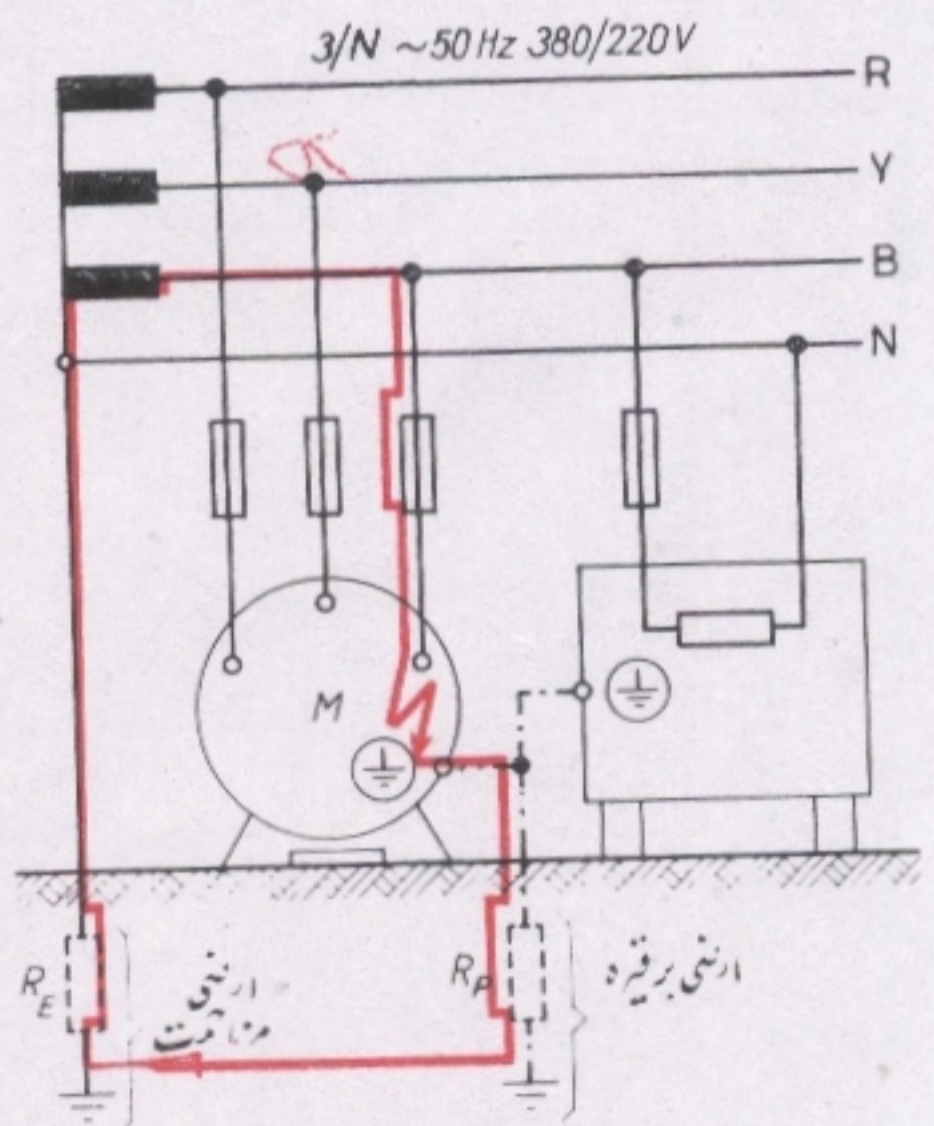
142 ارضی موصل کے ذریعہ حفاظت (Protection with earthing conductor)

ارضی موصل کے ذریعہ حفاظت کی صورت میں جب آلات پر کوئی نقص پیدا ہوتا ہے تو اس کی برقی سپلائی منقطع کر دی جاتی ہے۔ اس طریقہ میں وہ دھاتی حصے جو برق بردار نہ ہوں ایک حفاظتی موصل کے ساتھ جوڑ دیے جاتے ہیں۔ حفاظتی موصل کی عمودی تراش کا رقبہ واصل موصل کی عمودی تراش کے رقبہ کے برابر ہونا چاہیے۔

1421 **حفاظتی ارتھ** (Protective earth) ۔تنصیب کے وہ موصل حصے جن میں سے عام حالات میں برقی رَو نہیں گزرتی، حفاظتی موصل کے ذریعہ ارضی برقیرے (ارتھ الیکٹروڈ) کے ساتھ ملا دیتے ہیں۔ اس صورت میں حفاظتی موصل کو ارضی موصل (ارتھ لیڈ) کہتے ہیں۔ ارتھ برقیرہ فیتہ نما، سلاخ نما یا پلیٹ نما ہوسکتا ہے۔ پانی کے پائپ کو بھی ارضی برقیرے کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ نقصی برقی دباؤ کی وجہ سے ارضی موصل میں نقصی برقی رَو گزرتی ہے جس کی وجہ سے سرکٹ میں لگایا گیا فیوز جل جاتا ہے اور ناقص آلہ کی سپلائی منقطع ہوجاتی ہے۔

نقصی برقی رَو ' I_F ' کم از کم استعمال کردہ فیوز کی منقطعی برقی رَو ' I_{OFF} ' کے برابر ہونی چاہیے تاکہ فیوز مناسب وقت پر جل سکے۔ ارضی نظام کا سرکٹ زمین کے ذریعہ (1421/1) یا پانی کے پائپ (1421/2) کے ذریعہ مکمل ہوتا ہے۔ اس طریقہ میں مندرجہ ذیل امور مدِنظر رکھنے چاہییں :

ارضی موصل کے ذریعہ حفاظتی تنصیبات میں استعمال کیے جانے والے
فیوز کی کم از کم منقطعی برقی رَو ' I_{OFF} ' اور منقطعی وقت :

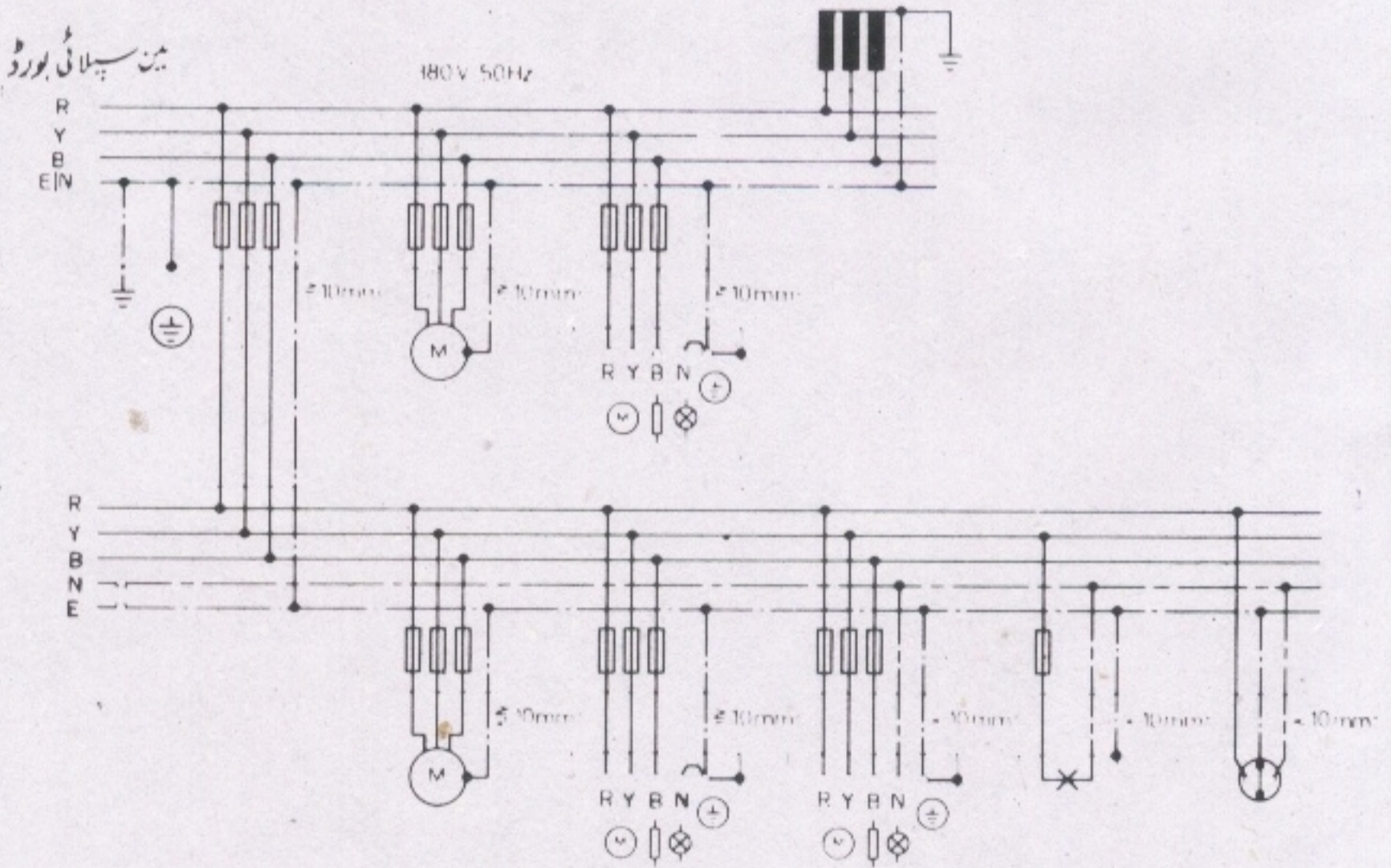
	فوری فیوز	تاخیری فیوز	
		50 ایمپیئر تک	50 ایمپیئر سے زیادہ
منقطعی برقی رَو ' I_{OFF} ' (ایمپیئر میں) منقطعی وقت (سیکنڈ میں)	3.5 × نامی برقی رَو 1 سے 7 سیکنڈ	3.5 × نامی برقی رَو 5 سیکنڈ	5 × نامی برقی رَو 10 سیکنڈ

1421/2 : پانی کے پائپ کے ذریعہ حفاظتی ارضی نظام

1421/1 : موٹر اور برقی چولھے کا حفاظتی ارضی نظام (حفاظتی ارتھ)

اگر نقصی برقی رَو کا سرکٹ زمین کے ذریعہ مکمل ہو تو ارضی حفاظتی نظام کی مزاحمت اتنی کم ہونی چاہیے کہ نقصی برقی دباؤ 65 وولٹ سے کسی صورت بڑھنے نہ پائے۔ ارضی برقیرے کی انتہائی مزاحمت R_P مندرجہ ذیل فارمولے کی مدد سے معلوم کی جاسکتی ہے :

$$R_P = \frac{65V}{I_{OFF}}$$

جدول کے مطابق 10 ایمپیئر ظرفیت کے فیوز کی منقطعی برقی رَو $I_{OFF} = 3.5 \times$ نامی برقی رَو $= 3.5 \times 10 = 35$ ایمپیئر اس لیے ارضی برقیرے کی انتہائی مزاحمت R_P، $\frac{65}{35}$ یعنی 1.85 اوم سے زیادہ نہیں ہونی چاہیے۔ یہ مقدار اتنی کم ہے کہ ایک ارضی برقیرے کی مدد سے اتنی کم مزاحمت حاصل نہیں کی جاسکتی، البتہ پانی کے پائپ کی مزاحمت اُتنی ہی ہوتی ہے۔ لہٰذا ارضی برقیرے کی بجائے پانی کے پائپ کو استعمال کیا جاتا ہے۔

استعمال : حفاظتی ارضی نظام میں ارضی برقیرے کی مزاحمت اس قدر کم ہوتی ہے کہ پانی کے پائپ کو ارضی برقیرے کے طور پر استعمال کرنا پڑتا ہے۔

1422 **حفاظتی موصل کا نظام** (Protecting conductor system) ۔ یہ طریقہ صرف اس وقت استعمال ہوسکتا ہے جب تعدیلی موصل (N) قابلِ رسائی ہو۔ تعدیلی موصل کو حفاظتی موصل کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اگر موصل کی عمودی تراش کا رقبہ 10 مربع ملی میٹر سے زیادہ ہو تو الگ حفاظتی موصل (E) استعمال کرنا پڑتا ہے۔ اس صورت میں حفاظتی موصل کو ایک طرف سے تعدیلی موصل سے ملا دیا جاتا ہے۔ دھاتی خول اور واصل موصل کے درمیان شارٹ سرکٹ ہونے کی صورت میں ایک نقصی سرکٹ بن جاتا ہے۔ نقصی برقی رَو کی وجہ سے فیوز فوراً جل جاتا ہے اور ناقص آلہ سپلائی سے منقطع ہوجاتا ہے۔ اس طریقہ کی مدد سے مؤثر

1422/1 : حفاظتی موصل کا نظام

حفاظتی نظام کے لیے مندرجہ ذیل امور کو مدِّنظر رکھنا چاہیے :

(اُ) 16 مربع ملی میٹر تک کی کیبل اور 50 مربع ملی میٹر تک کے غیر مجوز شدہ موصل کی صورت میں حفاظتی موصل کی عمودی تراش کا رقبہ بیرونی موصل (سپلائی کنڈکٹر) کی عمودی تراش کے رقبہ کے برابر ہونا چاہیے۔

(ب) حفاظتی موصل کو ٹرانسفارمر کے قریب ارتھ کرنا چاہیے اور فضائی موصل (اوور ہیڈ لائن) کی صورت میں سرکٹ کے آخری سرے کو ارتھ کرنا چاہیے۔ ارضی برقیروں کی مجموعی مزاحمت 2 اوم سے زیادہ نہیں ہونی چاہیے۔

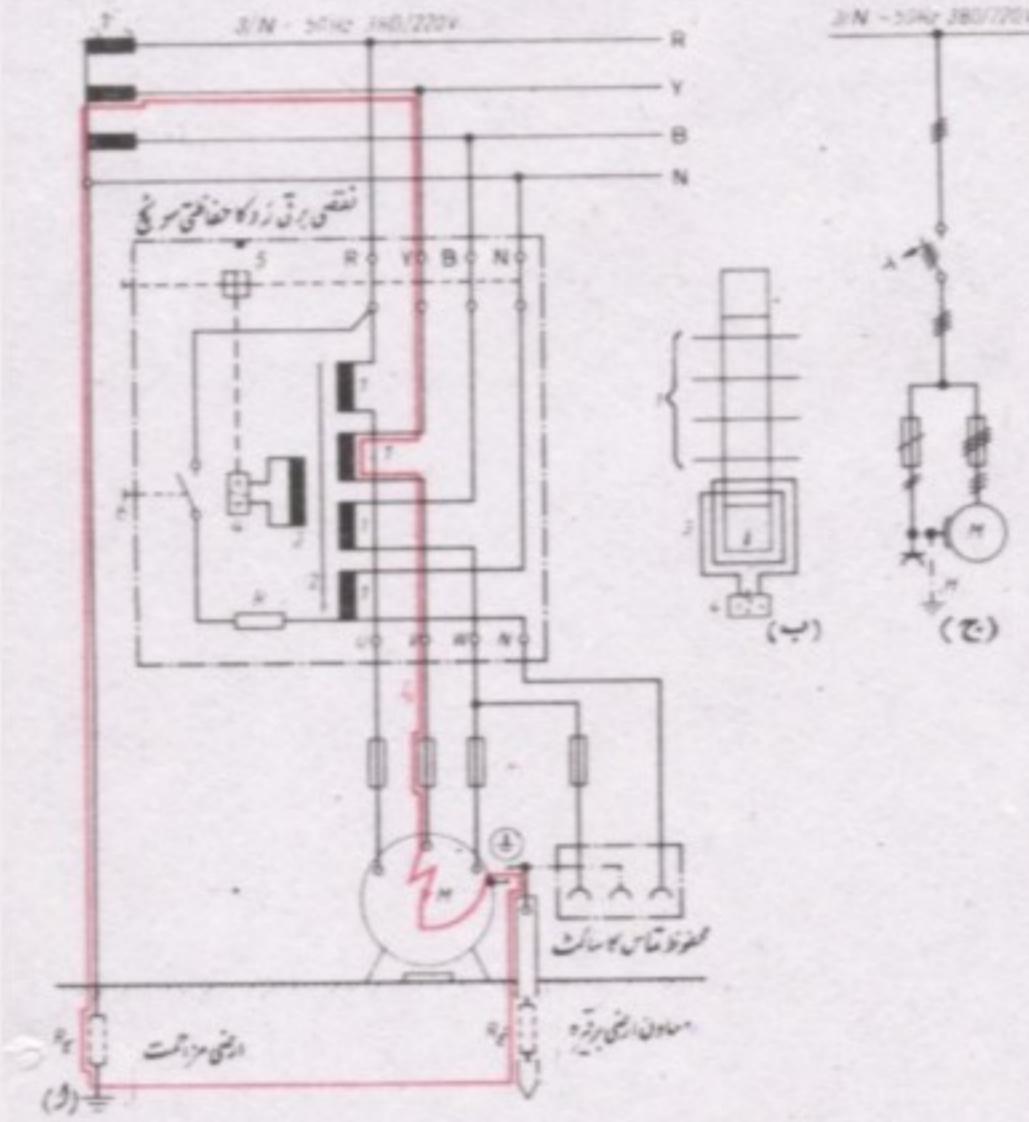
(ج) عمارت کی تنصیبات میں حفاظتی موصل اور واصل موصل کو یکساں طور پر مجوز کرنا چاہیے۔

(د) تعدیلی موصل اور حفاظتی موصل کو خاص رنگوں سے ظاہر کرنا چاہیے۔

(ہ) متجاوز برقی رُو کے لیے حفاظتی ریلے وغیرہ حفاظتی موصل میں نہیں لگانے چاہییں۔

1423 **نقصی برقی رُو کا حفاظتی نظام** (Fault current protection system)۔ اِس حفاظتی نظام میں نقصی برقی رُو کا حفاظتی سوئچ وقت 0.2 سیکنڈ میں تعدیلی موصل سمیت تمام واصل موصلوں کو منقطع کر دیتا ہے اور نقصی برقی دباؤ پیدا نہیں ہو سکتا۔ نقصی برقی رُو کا سرکٹ اضافی ارضی برقیرے اور ارضی برقیرے یا حفاظتی سوئچ کے پیش موصل سے جوڑے گئے ارضی موصل کے ذریعہ مکمل ہوتا ہے (شکل 1423/1)۔

اِس نظام کا اہم حصہ لوہے کے کور کا کرنٹ ٹرانسفارمر ہے (شکل 423/1)۔

تعدیلی موصل سمیت تمام واصل موصل (1) لوہے کے حلقہ نما کور (2) میں سے گزارے جاتے ہیں۔ ٹرانسفارمر کی پرائمری وائینڈنگ اِنہی موصلوں پر مشتمل ہوتی ہے۔ بہت سے چکّروں پر مشتمل سیکنڈری وائینڈنگ (3) منقطعی کوائل (4) سے جوڑ دی جاتی ہے۔ جب تنصیب پر کوئی نقص نہیں ہوتا تو ٹرانسفارمر کور میں داخل ہونے والی برقی رُو خارج ہونے والی برقی رُو کے برابر ہوتی ہے، اس لیے ان کا مجموعی مقناطیسی میدان صفر ہوتا ہے۔ مقناطیسی کور میں فلکس پیدا نہیں ہوتا اور لہٰذا سیکنڈری وائینڈنگ میں برقی دباؤ پیدا نہیں ہوگا۔ موصل 'Y' اور تنصیب کے خول کے درمیان نقصی ربط کی صورت میں اس موصل میں سے غیر متوازن نقصی برقی رُو 'I_F' گزرنے لگتی ہے (شکل 1423/1)۔ اب ٹرانسفارمر میں داخل ہونے والی برقی رُو اور خارج ہونے والی برقی رُو کا مجموعہ صفر نہیں رہتا اور کور میں آلٹرنیٹنگ مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا

1423/1 : نقصی برقی رُو کا حفاظتی سرکٹ
(ا) دو صارفین (موٹر اور محفوظ تماس کے ساکٹ) کا حفاظتی سرکٹ
1 - پرائمری وائینڈنگ (واصل موصل)
2 - حلقہ نما مقناطیسی کور
3 - سیکنڈری وائینڈنگ
4 - منقطعی ریلے
5 - منقطعی سوئچ
6 - ٹیسٹ کے لیے پُش بٹن
(ب) کرنٹ ٹرانسفارمر کی عمودی تراش
(ج) علامتی خاکہ

ہے جس کی وجہ سے سیکنڈری وائینڈنگ میں امالی برقی دباؤ پیدا ہوگا۔ اِس برقی دباؤ کی مقدار اور اس کی وجہ سے منقطعی کوائل میں سے گزرنے والی برقی رَو کی مقدار نقصی برقی رَو پر منحصر ہوتی ہے۔ جب نقصی برقی رَو حفاظتی سوئچ کی ظرفیت (منقطعی برقی رَو) کے برابر ہوجاتی ہے تو منقطعی ریلے (5) عمل کر کے سپلائی منقطع کر دیتا ہے۔ ساخت کے لحاظ سے حفاظتی ریلے 0.03، 0.3، 0.5، 1 یا 3 ایمپیئر کی نقصی برقی رَو پر عمل کرتے ہیں۔ کم برقی رَو پر عمل کرنے والے حفاظتی سوئچ کے لیے ایک معاون ریلے کی ضرورت ہوتی ہے چونکہ سیکنڈری برقی رَو منقطعی ریلے کو عمل میں لانے کے لیے ناکافی ہوتی ہے نقصی برقی رَو کے حفاظتی سرکٹ کی صورت میں معاون ارضی برقیرہ یا فرش کی مزاحمت اس طرح ڈیزائن کرنی چاہیے کہ استعمال کردہ حفاظتی سوئچ کی ظرفیت کے برابر نقصی برقی رَو کی وجہ سے پیدا شدہ نقصی برقی دباؤ 65 وولٹ سے کم رہے۔

مثال : مندرجہ ذیل ظرفیت کے نقصی برقی رَو کے حفاظتی سوئچ کی صورت میں معاون ارضی برقیرے کی مزاحمت 'R_E' معلوم کریں۔

نقصی برقی رَو $I_{F1} = 1$ ایمپیئر $I_{F2} = 0.5$ ایمپیئر $I_{F3} = 0.03$ ایمپیئر

مباح نقصی برقی دباؤ (ا) 65 وولٹ (ب) 24 وولٹ ہے

معلوم : $I_{F1} = 1A$; $I_{F2} = 0.5A$; $I_{F3} = 0.03A$

$V_F = 65V$ (حالت ا میں قیمت)

$V_F = 24V$ (حالت ب میں قیمت)

مطلوب : $R_{E'1}$; $R_{E'2}$; $R_{E'3}$

حل :

$$R_{E'} = \frac{V_F}{I_F}$$

(ا)

$$V_F = 65V$$

$$R_{E'1} = \frac{65}{1} = 65\Omega$$

$$R_{E'2} = \frac{65}{0.5} = 130\Omega$$

$$R_{E'3} = \frac{65}{0.03} = 2100\Omega$$

(ب)

$$V_F = 24V$$

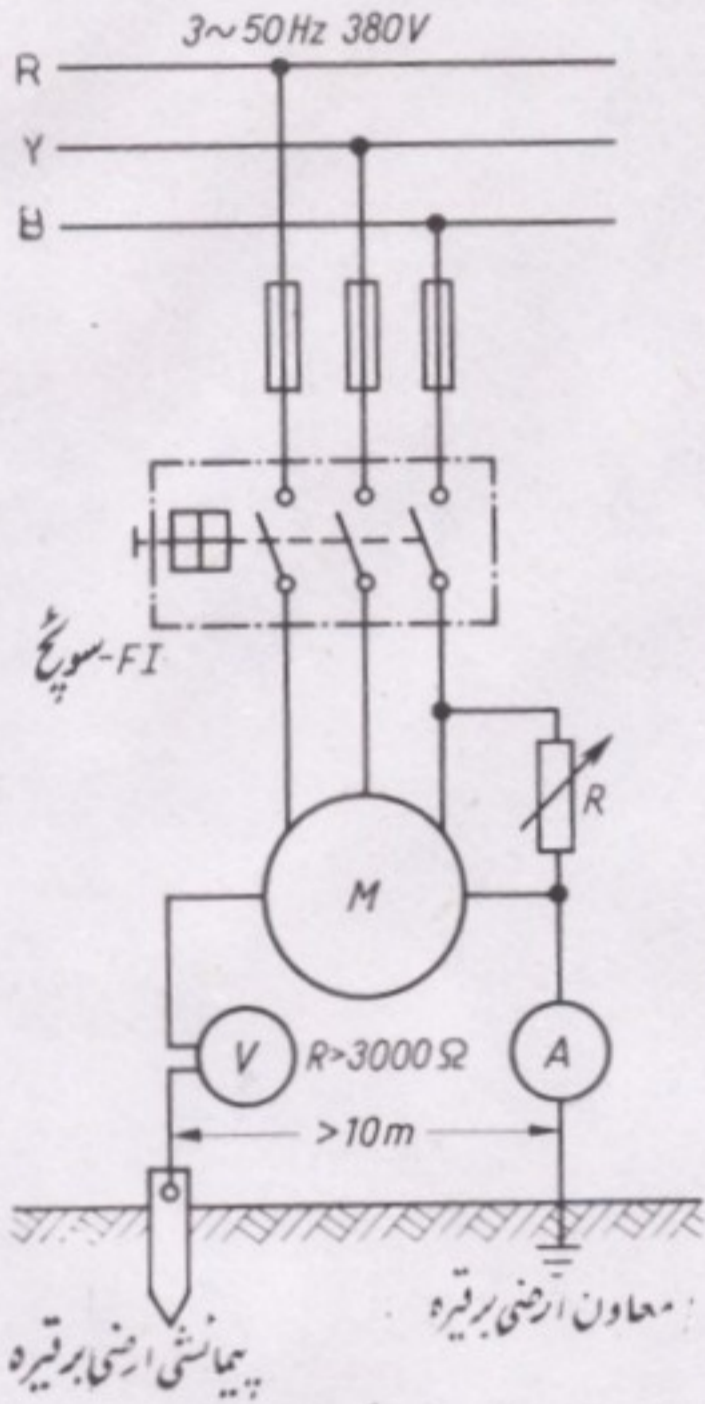
$$R_{E'1} = \frac{24}{1} = 24\Omega$$

$$R_{E'2} = \frac{24}{0.5} = 48\Omega$$

$$R_{E'3} = \frac{24}{0.03} = 800\Omega$$

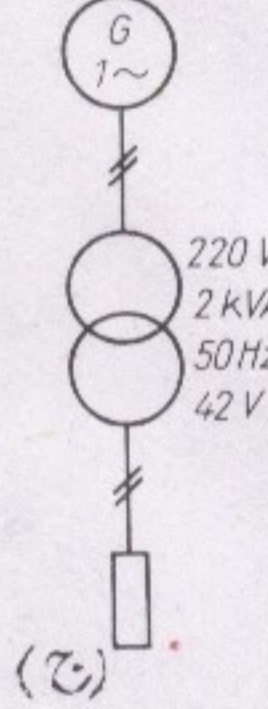
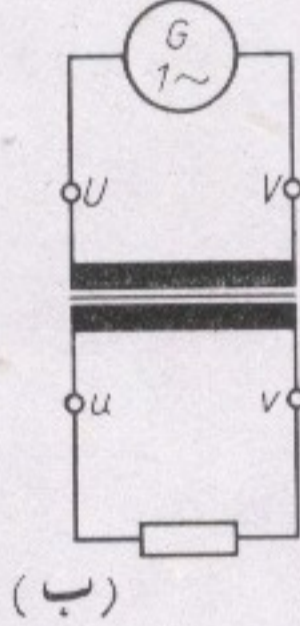
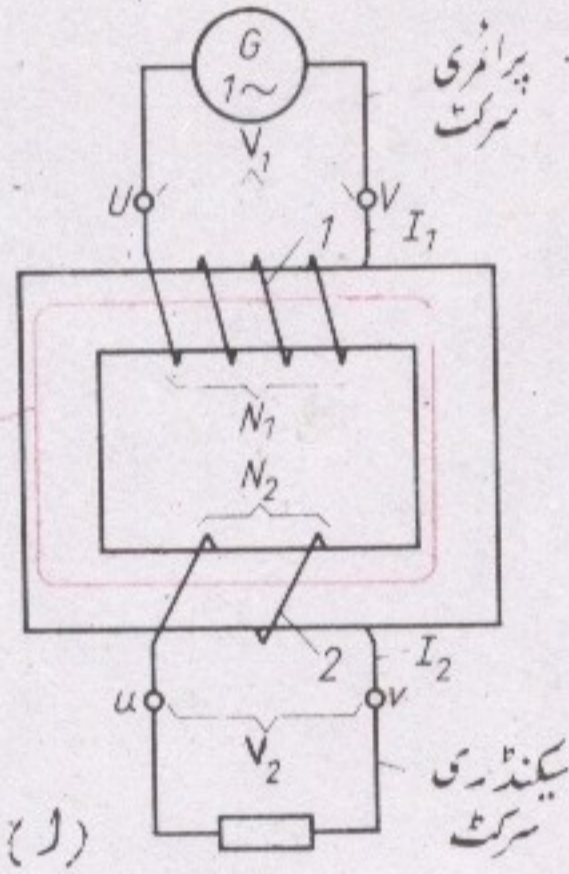
استعمال : نقصی برقی رَو کا حفاظتی نظام ارتھ شدہ تعدیلی موصل والی آلٹرنیٹنگ برقی رَو کی ہر تنصیب کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ زرعی، تعمیراتی یا آتش گیر تنصیبات کے لیے یہ طریقہ خاص طور پر مناسب ہے۔

نقصی برقی رَو کے حفاظتی نظام کا ٹیسٹ :

حفاظتی سوئچ کے عمل کی پُش بٹن (6) کی مدد سے پڑتال کی جاسکتی ہے (1423/1) - اس بٹن کو دبانے سے نقصی حالت پیدا ہوجاتی ہے اور مزاحمت 'R' میں سے منقطعی برقی رَو کے برابر برقی رَوگزرتی ہے۔ حفاظتی نظام کی مؤثر کارکردگی کی پڑتال شکل 1423/2 کے سرکٹ کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔ تغیّر پذیر مزاحمت 'R' کی مقدار اس قدر رکھیں کہ دھاتی خول پر برقی دباؤ 65 وولٹ (24 وولٹ) سے بہت کم ہو۔ مزاحمت کم کرنے سے دھاتی خول اور پیمائشی ارضی برقیرے کے درمیان برقی دباؤ 65 وولٹ (24 وولٹ) تک پہنچنے سے پیشتر حفاظتی سوئچ کو عمل کرنا چاہیے ۔ ایم میٹر کی مدد سے اس امر کی پڑتال کی جاتی ہے کہ جب برقی رَو زیادہ سے زیادہ سوئچ کی نامی نقصی برقی رَو کے برابر ہوجائے تو سوئچ عمل کرتا ہے یا نہیں۔

1423/2: نقصی برقی رَو کے حفاظتی نظام کا ٹیسٹ

2 ٹرانسفارمر (Transformer)

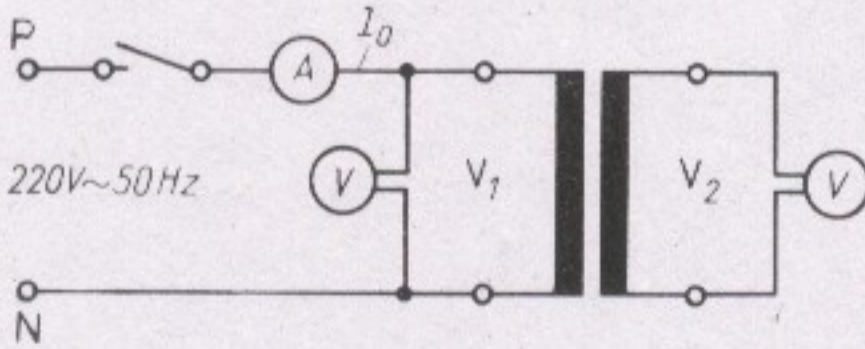
21 سنگل فیز ٹرانسفارمر (Single phase transformer)

سنگل فیز ٹرانسفارمر دو مقناطیسی وائینڈنگ پر مشتمل ہوتا ہے۔ اطلاقی برقی دباؤ کی وائینڈنگ کو پرائمری وائینڈنگ اور اطلاقی برقی دباؤ کو پرائمری برقی دباؤ 'V_1' کہتے ہیں متعلقہ برقی رَو کو پرائمری برقی رَو 'I_1' کہتے ہیں۔

جس وائینڈنگ میں امالی برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے اُسے سیکنڈری وائینڈنگ کہتے ہیں سیکنڈری برقی دباؤ 'V_2' اور سیکنڈری برقی رَو 'I_2' اِس وائینڈنگ سے متعلقہ برقی دباؤ اور برقی رَو ہے۔ چونکہ دونوں وائینڈنگ کا برقی دباؤ مختلف ہوتا ہے، اس لیے ان کو بلند برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ سے بھی موسوم کیا جاتا ہے اور ان دونوں میں سے کوئی بھی پرائمری وائینڈنگ ہوسکتی ہے۔ پرائمری وائینڈنگ کے چکّروں کی تعداد کو 'N_1' سے اور سیکنڈری وائینڈنگ کے چکّروں کی تعداد کو 'N_2' سے ظاہر کرتے ہیں۔

21/1: (ا) سنگل فیز ٹرانسفارمر کی ساخت
(ب) سرکٹی پلان
(ج) علامتی یک خطی خاکہ

سنگل فیز ٹرانسفارمر کی بنیادی ساخت اور علامت شکل 21/1 میں دکھائی گئی ہے۔

211 کارکردگی

2111 بغیر لوڈ کی صورت میں : اس صورت میں ٹرانسفارمر اس طرح عمل کرتے ہیں گویا کہ سیکنڈری وائینڈنگ موجود ہی نہ ہو یعنی اس کی کارکردگی بند آئرن کور کے کوائل کی طرح ہوگی۔ کوائل کی امالیت بہت زیادہ ہوتی ہے جس کی وجہ سے اِس کی امالیتی تعاملیت بھی بہت زیادہ ہوگی۔ اس لیے بغیر لوڈ کی صورت میں صرف کردہ برقی رَو 'I_0' بہت کم ہوتی ہے۔ اس صورت میں پیدا شدہ سیکنڈری برقی دباؤ کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔

2111/1: ٹرانسفارمر کی نسبتِ تحویل معلوم کرنا

تجربہ : ایک ٹرانسفارمر کی پرائمری وائینڈنگ کے چکّروں کی تعداد 600 ہے۔ سیکنڈری وائینڈنگ کے چکّروں

کی تعداد کو تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ پرائمری اطلاقی برقی دباؤ V_1، 220 وولٹ ہے۔ اگر سیکنڈری وائینڈنگ کے چکروں کی تعداد N_2، پرائمری وائینڈنگ کے چکروں کی تعداد سے نصف یعنی 300 ہو تو سیکنڈری برقی دباؤ 110 وولٹ یعنی پرائمری برقی دباؤ سے نصف ہوگا۔

جب سیکنڈری وائینڈنگ کے چکروں کی تعداد پرائمری وائینڈنگ کے چکروں کی تعداد سے تین گنا یعنی 1800 ہو، تو سیکنڈری برقی دباؤ بھی پرائمری برقی دباؤ کا تین گنا یعنی 660 وولٹ ہوگا۔

بغیر لوڈ کی صورت میں ٹرانسفارمر کے دونوں پہلوؤں کے برقی دباؤ کی نسبت وائینڈنگ کے چکروں کی تعداد کی نسبت کے برابر ہوتی ہے۔

دونوں پہلوؤں کے برقی دباؤ کی نسبت کو نسبتِ تحویل کہتے ہیں۔ اس کو 'r' سے ظاہر کرتے ہیں:

$$r = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

برقی دباؤ کی غیر مختصر کردہ نسبت کو ٹرانسفارمر کی نامی تحویل کہتے ہیں مثلاً 20kV/400V.

مثال: ایک سنگل فیز ٹرانسفارمر کی پرائمری وائینڈنگ اور سیکنڈری وائینڈنگ کے چکروں کی تعداد علی الترتیب 300 اور 1200 ہے۔ اگر پرائمری برقی دباؤ 220 وولٹ ہو تو بغیر لوڈ کی صورت میں سیکنڈری برقی دباؤ معلوم کریں۔

معلوم: $N_1 = 300 \; ; \; N_2 = 1200$

$V_1 = 220V$

مطلوب: $V_2 = ?$

حل:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} \times V_1$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$V_2 = \frac{1200}{300} \times 220$$

یا

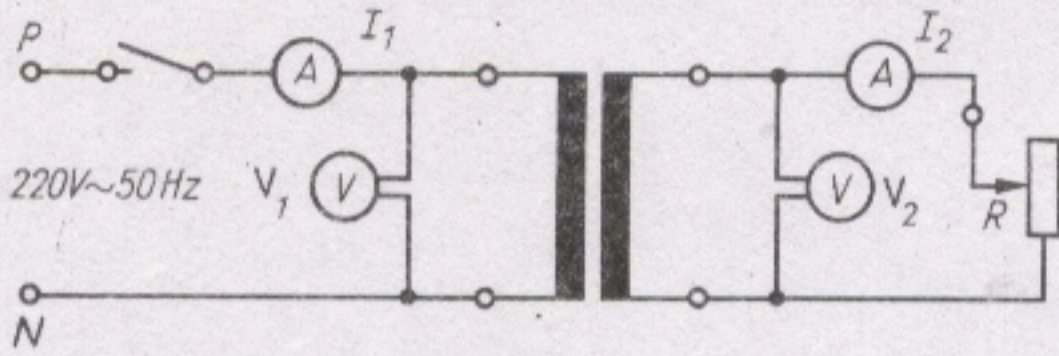
$$V_2 = 880 \text{ V}$$

جواب: بغیر لوڈ کی صورت میں سیکنڈری برقی دباؤ 880 وولٹ ہے۔

2112 **حالتِ لوڈ** ۔ لوڈ کی صورت میں سیکنڈری وائینڈنگ میں سیکنڈری برقی رَو I_2' گزرتی ہے۔ ٹرانسفارمر پر اس کا اثر مندرجہ ذیل تجربہ کی مدد سے واضح کیا جاسکتا ہے:

تجربہ: شکل 2112/1 کے سرکٹ میں دکھائے گئے ٹرانسفارمر کی پرائمری وائینڈنگ اور سیکنڈری وائینڈنگ کے چکروں کی تعداد علی الترتیب 1200 اور 600 ہے۔ پرائمری وائینڈنگ پر اطلاقی برقی دباؤ V_1، 220 وولٹ ہے جس کی وجہ سے سیکنڈری برقی دباؤ V_2' 110 وولٹ ہوگا۔ صارف کی مزاحمت 'R' کو تبدیل کر کے سیکنڈری برقی رَو I_2' تبدیل کریں۔

بڑھتے ہوئے لوڈ کے ساتھ برقی دباؤ کا اندرونی ضیاع نظرانداز کریں۔ اگر سیکنڈری برقی رو I_2، 1 ایمپیئر ہو تو پرائمری برقی رو I_1، 0.5 ایمپیئر ہوگی۔ اگر I_2، 2 ایمپیئر ہو تو I_1، 1 ایمپیئر ہوگی۔ اس سے ظاہر ہے کہ :

ٹرانسفارمر کے دونوں پہلوؤں کی برقی رو کی آپس میں نسبت دونوں وائینڈنگ کے چکروں کی تعداد کی آپس میں معکوس نسبت اور دونوں پہلوؤں کے برقی دباؤ کی آپس میں معکوس نسبت کے برابر ہوتی ہے۔

2112/1 : برقی رو کی نسبتِ تحویل معلوم کرنا

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

یا

$$V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$$

اس طرح پرائمری ظاہری طاقت P_{a1} = سیکنڈری ظاہری طاقت P_{a2}،

اگر برقی رو اور برقی دباؤ کی صحیح پیمائش کی جائے تو معلوم ہوگا کہ سیکنڈری طاقت، پرائمری طاقت سے ذرا کم ہوتی ہے۔ طاقت کا یہ فرق ٹرانسفارمر میں برقی طاقت کے ضیاع کو ظاہر کرتا ہے۔

اگر ٹرانسفارمر کی سیکنڈری برقی رو کو دُگنا کر دیا جائے تو پرائمری برقی رو بھی دُگنی ہو جاتی ہے۔ پرائمری برقی رو پر سیکنڈری برقی رو کے اثر سے مندرجہ ذیل نتیجہ اخذ کیا جا سکتا ہے :

ٹرانسفارمر کے سیکنڈری پہلو پر لوڈ میں تبدیلی مشترکہ مقناطیسی نفاذ کے ذریعہ پرائمری پہلو پر منتقل ہو جاتی ہے۔

پرائمری برقی رو کی حالتِ فیز بھی سیکنڈری برقی رو کی حالتِ فیز کے مطابق ہوتی ہے۔ پرائمری سرکٹ کا جزءِ طاقت تقریباً سیکنڈری سرکٹ کے جزءِ طاقت کے برابر ہوتا ہے۔

مثال : ایک سنگل فیز ٹرانسفارمر کا پرائمری برقی دباؤ 220 وولٹ اور سیکنڈری برقی دباؤ 42 وولٹ ہے۔ سیکنڈری پہلو پر حراری آلات لگے ہوئے ہیں (جزءِ طاقت = 1) جو کہ 80 ایمپیئر برقی رو صرف کرتے ہیں۔ پرائمری برقی رو معلوم کریں۔

معلوم : $V_1 = 220V; \quad V_2 = 42V$

$I_2 = 80A$

مطلوب : $I_1 = ?$

حل :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

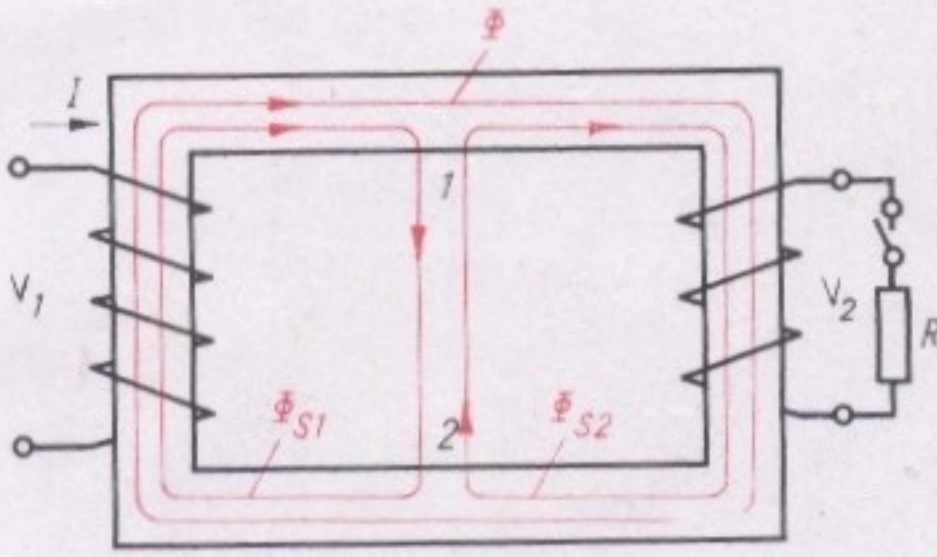
یا

$$I_1 = \frac{V_2}{V_1} \times I_2$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$I_1 = \frac{42}{220} \times 80 = 15.3A$$

جواب : ٹرانسفارمر کی پرائمری برقی رو 15.3 ایمپیئر ہے۔

2113 لوڈ کی صورت میں اختلالی مقناطیسی نفاذ

2113/1: لوڈ شدہ ٹرانسفارمر میں اختلالی مقناطیسی میدان

مقناطیسی نفاذ کا وہ حصّہ جو آہنی کور کی بجائے ہوا میں سے گزرتا ہو، اختلالی مقناطیسی نفاذ (leakage flux) کہلاتا ہے۔ شکل 2113/1 میں دکھائے گئے اخراجی نفاذ کی وجہ سے نقاطِ اخراج 1 اور 2 پر مقناطیسی پول پیدا ہو جاتے ہیں۔

لوڈ شدہ ٹرانسفارمر میں اختلالی مقناطیسی نفاذ پیدا ہوتا ہے۔

2114 ٹرانسفارمر میں برقی طاقت کا ضیاع

بغیر لوڈ کی حالت میں ضیاع۔ جب ٹرانسفارمر پر لوڈ نہیں ہوتا تو سیکنڈری وائینڈنگ میں برقی رَو نہیں بہتی۔ اس صورت میں ٹرانسفارمر پر ہونے والا طاقت کا ضیاع اختناقی ضیاع اور ایڈی کرنٹ کے ضیاع پر مشتمل ہوتا ہے۔ چونکہ یہ دونوں ضیاع ٹرانسفارمر کے آہنی حصّہ (کور) میں ظاہر ہوتے ہیں، اس لیے انہیں آہنی ضیاع (iron losses) کہتے ہیں۔

حالتِ لوڈ میں ضیاع۔ حالتِ لوڈ میں ٹرانسفارمر کی دونوں وائینڈنگ میں گزرنے والی برقی رَو کی وجہ سے ان میں حراری ضیاع پیدا ہوتا ہے۔ اس کو تانبے کا ضیاع کہتے ہیں۔ مختلف لوڈ پر ٹرانسفارمر کا آہنی ضیاع تقریباً مستقل رہتا ہے جبکہ تانبے کا ضیاع لوڈ کے ساتھ تبدیل ہوتا رہتا ہے۔

استعداد۔ بڑے ٹرانسفارمروں کی استعداد 95 فیصد یا اس سے زیادہ ہوتی ہے۔ چھوٹے ٹرانسفارمروں کی استعداد کم ہوتی ہے۔

2115 **نامی طاقت۔** ٹرانسفارمر سے حاصل کردہ ظاہری طاقت نیم پلیٹ پر وولٹ ایمپیئر (VA) کلو وولٹ ایمپیئر (kVA) یا میگا وولٹ ایمپیئر (MVA) کی صورت میں ظاہر کی جاتی ہے۔

چونکہ ٹرانسفارمر کا جزوِ طاقت صارف یا لوڈ کی نوعیت پر منحصر ہوتا ہے اس لیے نامی طاقت کو اصل طاقت کی صورت میں ظاہر نہیں کیا جاتا کیونکہ اس کا انحصار جزوِ طاقت پر ہوتا ہے۔

مثال: ایک سنگل فیز ٹرانسفارمر کی نامی طاقت 10 کلو وولٹ ایمپیئر ہے۔ مندرجہ ذیل جزوِ طاقت کے صارفین کی صورت میں ٹرانسفارمر سے حاصل کردہ طاقت معلوم کریں: (ا) 1.0 ، (ب) 0.8 ، (ج) 0.6

معلوم: $P_a = 10k\ VA;\quad \cos\varphi_1 = 1$

$\cos\varphi_2 = 0.8; \cos\varphi_3 = 0.6$

مطلوب: $P_1 = ?\ ;\ P_2 = ?\ ;\ P_3 = ?$

حل:

$$P_1 = P_a \times \cos\varphi_1 = 10 \times 1 = 10\ kW$$

$$P_2 = P_a \times \cos\varphi_2 = 10 \times 0.8 = 8kW$$

$$P_3 = P_a \times \cos\varphi_3 = 10 \times 0.6 = 6kW$$

مثال سے واضح ہے کہ :

صارف کا جزءِ طاقت جتنا کم ہوگا اُس کی حاصل کردہ اصل طاقت بھی اُتنی ہی کم ہوگی۔

اس سے ظاہر ہے کہ برقی توانائی کی ترسیل میں آلات سے پوری طرح فائدہ اٹھانے کے لیے جزءِ طاقت ایک اہم مقدار ہے۔

212 ٹرانسفارمر کی استعداد (Efficiency of transformer)

ٹرانسفارمر کی استعداد ٹرانسفارمر کو فراہم کردہ اصل طاقت اور اس سے حاصل کردہ اصل طاقت کی نسبت کے برابر ہوتی ہے۔

ٹرانسفارمر سے حاصل کردہ طاقت، آہنی ضیاع اور تانبے کے ضیاع کا مجموعہ اس کو فراہم کردہ اصل طاقت کے برابر ہوتا ہے۔

اگر 'η' استعداد، 'P_{out}' حاصل کردہ طاقت 'P_{Fe}' آہنی ضیاع اور 'P_{cu}' تانبے کا ضیاع ظاہر کرے تو

$$P_{in} = P_{out} + P_{Fe} + P_{cu}$$

اور

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{Fe} + P_{cu}}$$

مثال: 250 وولٹ ایمپیئر کے ٹرانسفارمر پر لگائے گئے کامل لوڈ کا جزءِ طاقت 0.7 ہے۔ اس کا آہنی ضیاع 10 واٹ اور تانبے کا ضیاع 15 واٹ ہے۔ ٹرانسفارمر کی استعداد معلوم کریں۔

معلوم : $P_a = 250 \text{ VA}; \quad \cos\varphi = 0.7$

$P_{Fe} = 10\text{W}; \; P_{cu} = 15\text{ W}$

مطلوب : $\eta = ?$

حل : $P_{out} = P_a \times \cos\varphi$

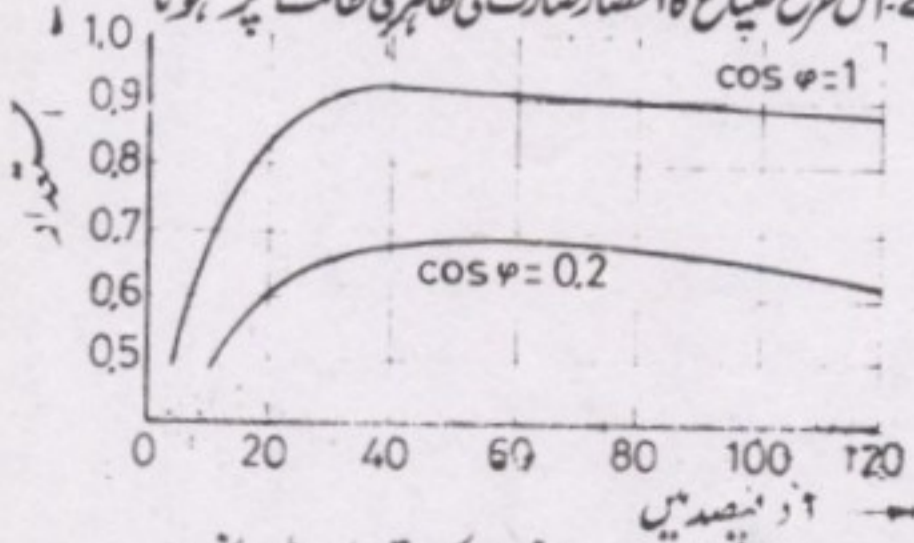
$P_{out} = 250 \times 0.7 = 175\text{W}$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{Fe} + P_{cu}}$$

$$\eta = \frac{175}{175 + 10 + 15} = \frac{175}{200} = 0.875$$

جواب : ٹرانسفارمر کی استعداد 0.875 ہے۔

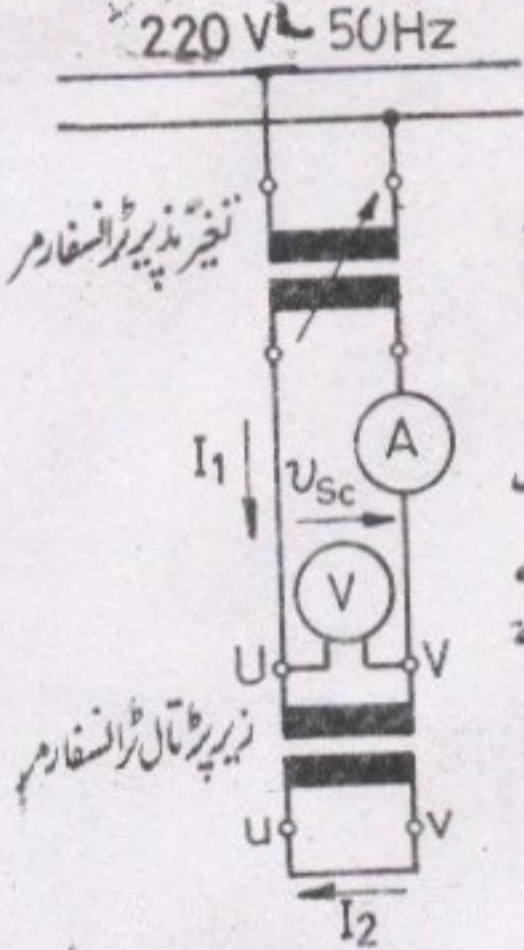
ٹرانسفارمر میں طاقت کا ضیاع (تانبے کا ضیاع) برقی رَو پر منحصر ہوتا ہے۔ اس طرح ضیاع کا انحصار صارف کی ظاہری طاقت پر ہوتا ہے (شکل 212/1)۔

212/1 : ٹرانسفارمر کی استعداد کا لوڈ پر انحصار

> صارف کا جزءِ طاقت جتنا کم ہوتا ہے، ٹرانسفارمر کی استعداد بھی اتنی ہی کم ہوتی ہے۔

2121 آہنی ضیاع کی پیمائش

چونکہ بغیر لوڈ کی صورت میں سیکنڈری برقی رَو نہیں ہوتی اور پرائمری برقی رَو بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے اس حالت میں تانبے کا ضیاع نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔ بغیر لوڈ کی صورت میں ٹرانسفارمر کی صَرف کردہ

طاقت آہنی ضیاع کے برابر ہوتی ہے بغیر لوڈ ٹیسٹ کے ذریعہ آہنی ضیاع کی پیمائش کی جاتی ہے۔

2122 **تانبے کے ضیاع کی پیمائش**۔ تانبے کے ضیاع کی پیمائش شارٹ سرکٹ ٹیسٹ کے ذریعے کی جاتی ہے۔ اس ٹیسٹ میں سیکنڈری وائینڈنگ کو شارٹ سرکٹ کر کے پرائمری برقی دباؤ اس قدر رکھا جاتا ہے کہ وائینڈنگ میں سے نامی برقی رَو گزرنے لگے۔ چونکہ یہ برقی دباؤ کم ہوتا ہے اس لیے کور کا آہنی ضیاع نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔ لہٰذا اس حالت میں ٹرانسفارمر کی صرف کردہ طاقت تانبے کے ضیاع کے برابر ہوتی ہے۔

213 شارٹ سرکٹ برقی دباؤ (Short circuit voltage)

شارٹ سرکٹ سیکنڈری وائینڈنگ کی صورت میں وائینڈنگ میں سے نامی برقی رَو کے بہاؤ کے لیے درکار پرائمری برقی دباؤ شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کہلاتا ہے (شکل 213/1) اِسے 'V_{sc}' سے ظاہر کرتے ہیں۔

مثال: 220 V/24V کے ٹرانسفارمر کی نامی برقی رَو 1A/9A ہے۔ ٹرانسفارمر کی سیکنڈری وائینڈنگ کو شارٹ سرکٹ کر دیا گیا ہے۔ اس صورت میں پرائمری وائینڈنگ میں 1 ایمپیئر کی برقی رَو کے لیے درکار پرائمری برقی دباؤ 22 وولٹ ہے۔ اس ٹرانسفارمر کا شارٹ سرکٹ برقی دباؤ 22 وولٹ ہے۔

شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کو عام طور پر نامی برقی دباؤ کے فیصد کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے اور اس کو 'v_{sc}' سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$v_{sc} = \frac{V_{sc}}{V} \times 100$$

220 V ~ 50Hz

تغیر پذیر ٹرانسفارمر

I_1 v_{Sc} A V U V u v I_2

زیرِ پڑتال ٹرانسفارمر

213/1: شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کی پیمائش

مثال: اُوپر دی گئی مثال کے لیے v_{sc} معلوم کریں۔

$$v_{sc} = 100 \times \frac{V_{sc}}{V_1} = 100 \times \frac{22}{220} = 10\%$$

16 کے وی اے سے زیادہ طاقت کے ٹرانسفارمروں کا شارٹ سرکٹ برقی دباؤ نیم پلیٹ پر درج کیا ہوتا ہے۔

ٹرانسفارمر کا شارٹ سرکٹ برقی دباؤ اس کی اندرونی مزاحمت کا مظہر ہوتا ہے۔ کم شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کم اندرونی مزاحمت کو ظاہر کرتا ہے۔ ایسی صورت میں لوڈ پڑنے پر ٹرانسفارمر کی برقی دباؤ میں تخفیف (ڈراپ) بھی کم ہوتی ہے۔

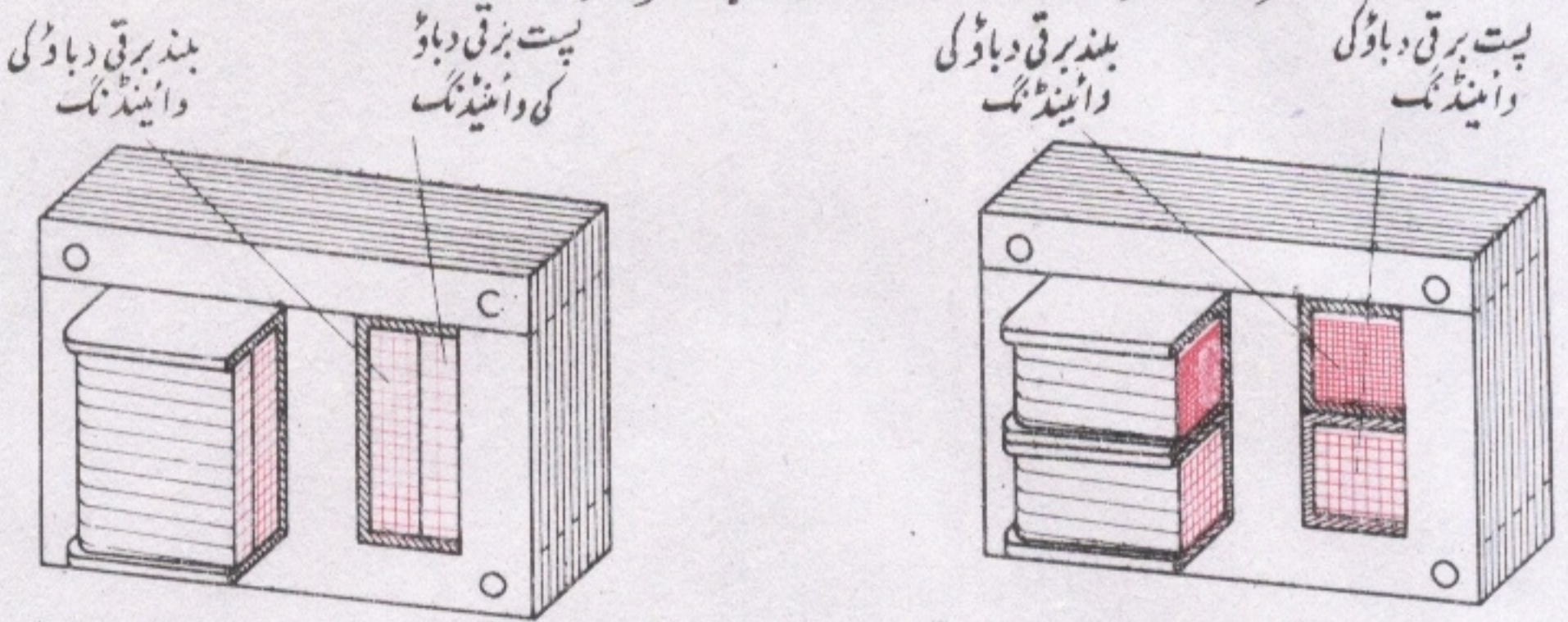
حالتِ لوڈ میں کم شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے ٹرانسفارمر کے برقی دباؤ میں کم تخفیف اور زیادہ شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے ٹرانسفارمر میں زیادہ تخفیف ہوتی ہے۔

مختلف مقاصد کے لیے استعمال ہونے والے ٹرانسفارمروں کا شارٹ سرکٹ برقی دباؤ مختلف ہوتا ہے (جدول 213/2)۔

213/2: شارٹ سرکٹ برقی دباؤ

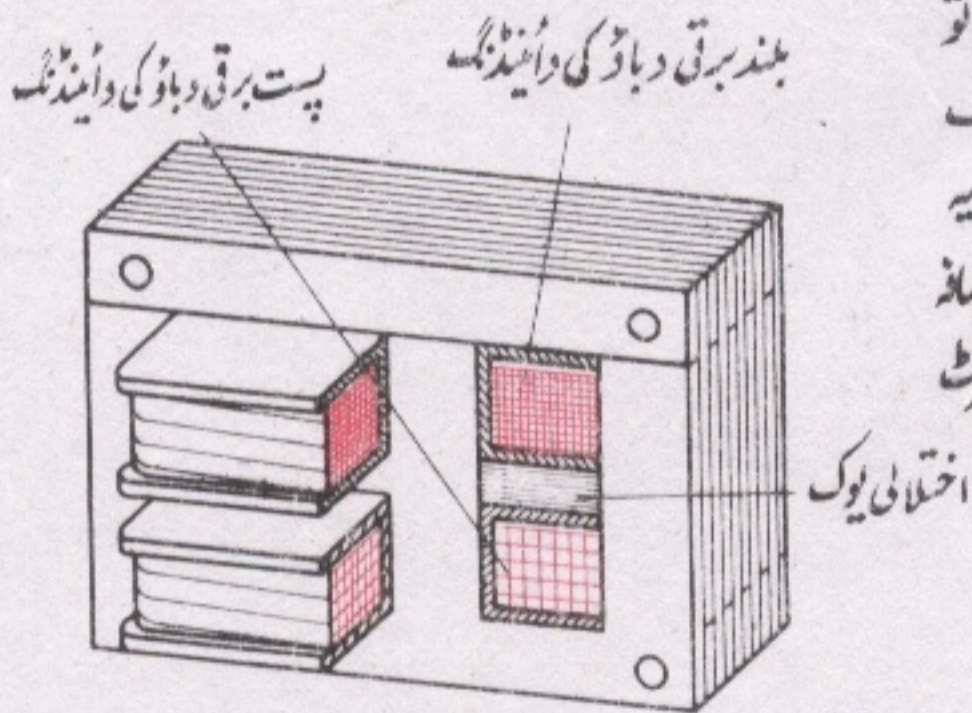
ٹرانسفارمر	شارٹ سرکٹ برقی دباؤ فیصد میں
پوٹینشل ٹرانسفارمر	1 سے کم
سہ فیز ٹرانسفارمر	
200 کے وی اے تک	4
250 سے 3150 کے وی اے تک	6
4 سے 5 ایم وی اے تک	8
6.3 ایم وی اے سے زیادہ	10
حفاظتی ٹرانسفارمر	15
برقی گھنٹی کے ٹرانسفارمر	40
تجرباتی ٹرانسفارمر	70
احتراقی ٹرانسفارمر	100

2131 شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے اثرات : ٹرانسفارمر کی وائینڈنگ کی مزاحمت اپنی مرضی کے مطابق بہت زیادہ نہیں رکھی جاسکتی جبکہ اختلالی میدان کو مرضی کے مطابق کم یا زیادہ کیا جاسکتا ہے۔ زیادہ اختلالی نفاذ کی صورت میں وائینڈنگ میں برقی دباؤ کا امالیتی ضیاع بھی زیادہ ہوتا ہے۔

ٹرانسفارمر کا شارٹ سرکٹ برقی دباؤ اختلالی مقناطیسی نفاذ پر منحصر ہوتا ہے۔

2131/2 : زیادہ شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے لیے وائینڈنگ کی ترتیب

2131/1 : کم شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے لیے وائینڈنگ کی ترتیب

اگر ٹرانسفارمر کا شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کم مطلوب ہو تو اس کی دونوں وائینڈنگ کو اس طرح ترتیب دی جاتی ہے کہ اختلالی مقناطیسی میدان بھی دونوں وائینڈنگ پر اثر انداز ہو (شکل 2131/1)۔ دونوں وائینڈنگ ایک ہی بازو پر ہوتی ہیں۔ بڑے ٹرانسفارمروں کی صورت میں پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ، بلند برقی دباؤ کی وائینڈنگ اور کور کے درمیان ہوتی ہے۔

اگر زیادہ شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کا ٹرانسفارمر مطلوب ہو تو اس کی دونوں وائینڈنگ کو اس طرح ترتیب دی جاتی ہے کہ اختلالی مقناطیسی نفاذ زیادہ ہو جائے اور اختلالی مقناطیسی میدان صرف ایک وائینڈنگ پر اثر انداز ہو۔ دونوں وائینڈنگ ایک ہی بازو پر الگ الگ (شکل 2131/2) یا دو علیحدہ بازوؤں پر ہوتی ہیں۔

اگر بہت زیادہ شارٹ سرکٹ برقی دباؤ درکار ہو تو اوپر والی ترتیب میں دونوں وائینڈنگ کے درمیان ایک اختلالی یوک استعمال کیا جاتا ہے (شکل 2131/3)۔ یہ یوک وائینڈنگ کے مقناطیسی میدان کو کمزور کرکے اختلالی مقناطیسی نفاذ میں اضافہ کر دیتا ہے۔ اِس یوک کی حالت تبدیل کرکے شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کو بھی تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ

بلند برقی دباؤ کی وائینڈنگ

اختلالی یوک

2131/3 : بہت زیادہ شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے لیے وائینڈنگ کی ترتیب

214 شارٹ سرکٹ برقی رَو (Short circuit current)

اگر ٹرانسفارمر کے سیکنڈری ٹرمینل آپس میں بغیر مزاحمت کے مل جائیں تو شارٹ سرکٹ پیدا ہوتا ہے۔ اس صورت میں وائینڈنگ میں سے گزرنے والی برقی رَو شارٹ سرکٹ برقی رَو کہلاتی ہے۔
شارٹ سرکٹ پیدا ہونے کے چند سیکنڈ بعد بہنے والی برقی رَو قائم شارٹ سرکٹ برقی رَو 'I_{ss}' کہلاتی ہے۔ کم شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے ٹرانسفارمر میں اس کی مقدار زیادہ اور زیادہ شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے ٹرانسفارمر میں اس کی مقدار کم ہوتی ہے۔ زیادہ مقدار کی شارٹ سرکٹ برقی رَو سوئچ، بس بار اور دوسری تنصیبات کو نقصان پہنچا سکتی ہے۔

> کم شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کے ٹرانسفارمر پر شارٹ سرکٹ پیدا ہونا خطرناک ہوتا ہے۔

اگر 'I_{ss}' قائم شارٹ سرکٹ برقی رَو، 'I' نامی برقی رَو اور 'υ_{sc}' فیصد شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کو ظاہر کرے تو

$$I_{ss} = 100 \times \frac{I}{\upsilon_{sc}}$$

مثال: 220V/24V اور 1A/9A کے ٹرانسفارمر کا شارٹ سرکٹ دباؤ 5 فیصد ہے۔ اس کے سیکنڈری پہلو پر شارٹ سرکٹ پیدا ہونے کی صورت میں قائم شارٹ سرکٹ برقی رَو معلوم کریں۔

معلوم : $\upsilon_{sc} = 5\%$; $I = 9A$

مطلوب : $I_{ss} = ?$

حل : $I_{ss} = 100 \times \frac{I}{\upsilon_{sc}}$

قیمتیں درج کرنے سے

$$I_{ss} = 100 \times \frac{9}{5} = 180\ A$$

جواب : ٹرانسفارمر کی قائم شارٹ سرکٹ برقی رَو 180 ایمپیئر ہے۔

شارٹ سرکٹ کے فوراً بعد بہنے والی برقی رَو آغازی شارٹ سرکٹ برقی رَو 'I_{sc}' کہلاتی ہے۔ یہ قائم شارٹ سرکٹ برقی رَو سے دُگنی ہو سکتی ہے (شکل 214/1)۔

214/1: ٹرانسفارمر کی شارٹ سرکٹ برقی رَو

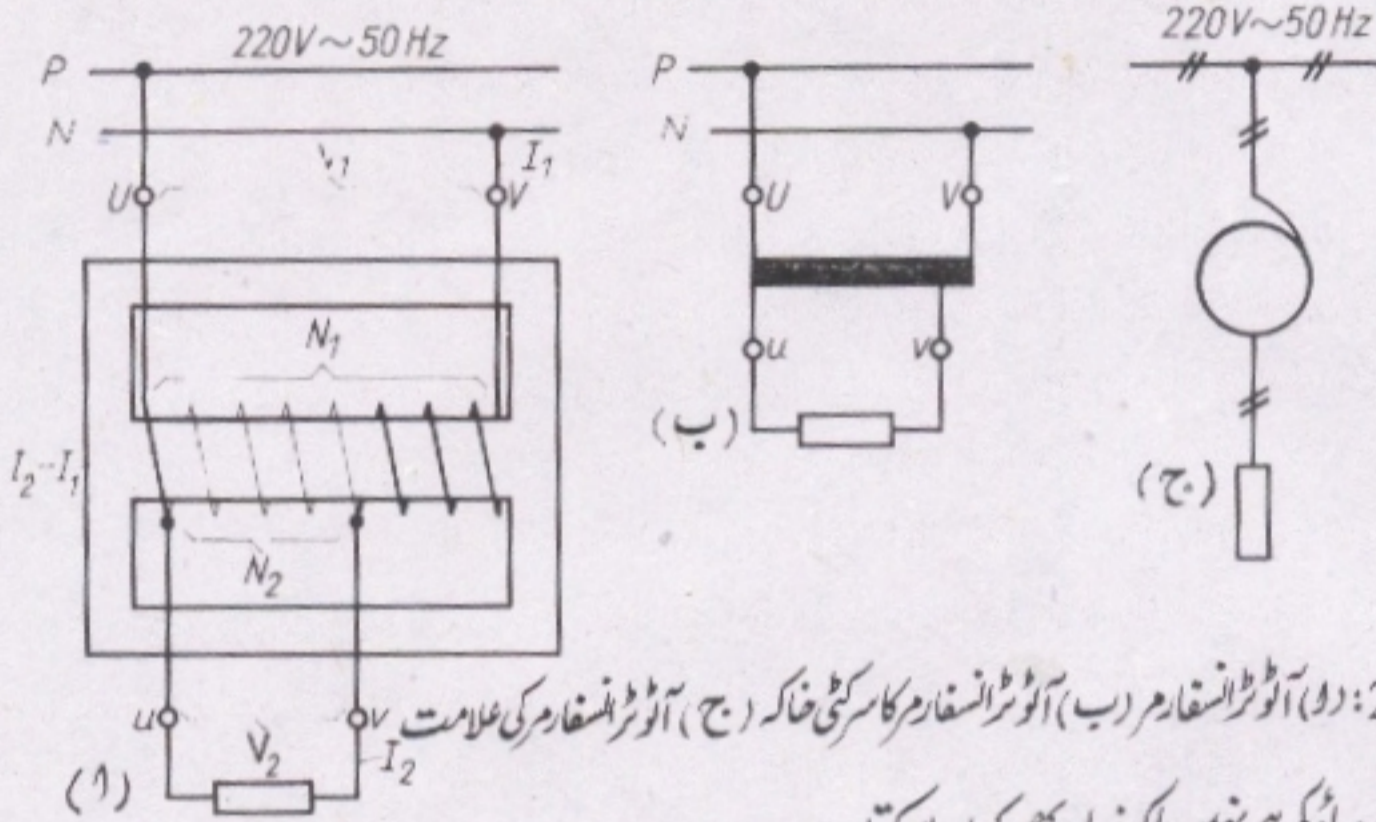
215 آغازی برقی رَو (Initial current)

جب ٹرانسفارمر آن کرتے ہیں تو اس میں سے بعض اوقات بہت زیادہ برقی رَو بہتی ہے۔ جب ٹرانسفارمر پر کوئی لوڈ نہ ہو تو بھی یہ برقی رَو بہہ سکتی ہے۔ یہ آغازی برقی رَو نامی برقی رَو سے 10 گُنا تک ہو سکتی ہے۔
ٹرانسفارمر کے پرائمری پہلو پر لگائے جانے والے فیوز کی ظرفیت ٹرانسفارمر کی نامی برقی رَو سے دُگنی ہونی چاہیے۔

22 مخصوص اقسام کے ٹرانسفارمر (Special purpose transformers)

221 آٹو ٹرانسفارمر (Auto transformer)

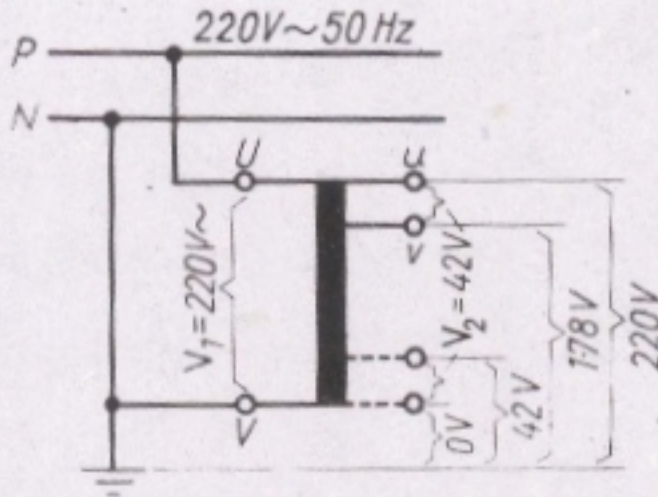
اس ٹرانسفارمر میں پرائمری اور سیکنڈری سرکٹ کے لیے ایک ہی مشترکہ وائینڈنگ ہوتی ہے (شکل 221/1)۔ اس صورت میں پرائمری اور سیکنڈری وائینڈنگ برقی طور پر ایک دوسرے سے الگ الگ نہیں ہوتیں۔ اگرچہ یہ سرکٹ برقی دباؤ کے مزاحمتی تقسیم کنندہ (پوٹینشل ڈیوائیڈر) کی طرح ہوتا ہے لیکن آٹو ٹرانسفارمر کا اصول مختلف ہوتا ہے۔

221/1: (ا) آٹو ٹرانسفارمر (ب) آٹو ٹرانسفارمر کا سرکٹی خاکہ (ج) آٹو ٹرانسفارمر کی علامت

آٹو ٹرانسفارمر کی مدد سے برقی دباؤ کم ہی نہیں بلکہ زیادہ بھی کیا جا سکتا ہے۔

آٹو ٹرانسفارمر کے برقی دباؤ کی نسبتِ تحویل بھی عام ٹرانسفارمر کی طرح معلوم کی جا سکتی ہے۔

آٹو ٹرانسفارمر پر جب لوڈ ڈالا جاتا ہے تو پرائمری اور سیکنڈری سرکٹ کے لیے وائینڈنگ کے مشترکہ حصّے میں سے گزرنے والی برقی رَو پرائمری اور سیکنڈری برقی رَو کے فرق کے برابر ہوتی ہے۔ اس لیے وائینڈنگ کے اِس حصّے کی عمودی تراش کا رقبہ کم رکھا جا سکتا ہے۔ اس طرح آٹو ٹرانسفارمر استعمال کرنے سے صرف تانبا ہی کم صَرف نہیں ہوتا، بلکہ حرارتی ضیاع (تانبے کا ضیاع) بھی کم ہو جاتا ہے۔

کم برقی دباؤ کی تنصیبات کو بجلی کی فراہمی کے لیے آٹو ٹرانسفارمر حفاظتی ٹرانسفارمر کے طور پر استعمال نہیں کیا جا سکتا۔

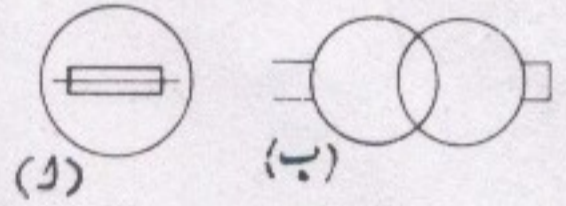
اکثر اوقات حفاظتی تدابیر کے لیے صارف کو مینز سے جُدا کرنا درکار ہوتا ہے۔ اِس صورت میں آٹو ٹرانسفارمر کا استعمال ممنوع ہے۔

221/2: کم برقی دباؤ کی تنصیبات کو بجلی کی فراہمی کے لیے ممنوعہ سرکٹ۔ سیکنڈری ٹرمینل 'u' کا برقی دباؤ 220 وولٹ ہے۔ اگر سیکنڈری ٹرمینل 'v' کا برقی دباؤ 'V_1' ہو تو

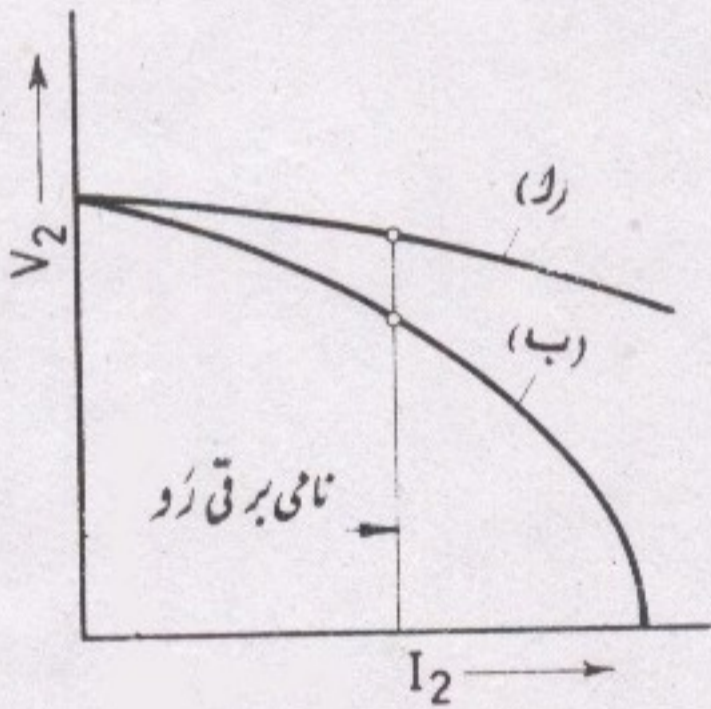
$$V = V_1 - V_2 = 220 - 42 = 178V$$

صرف وہ حصّہ خطرناک ہوتا ہے جو کہ شکل میں نقطہ دار دکھایا گیا ہے۔

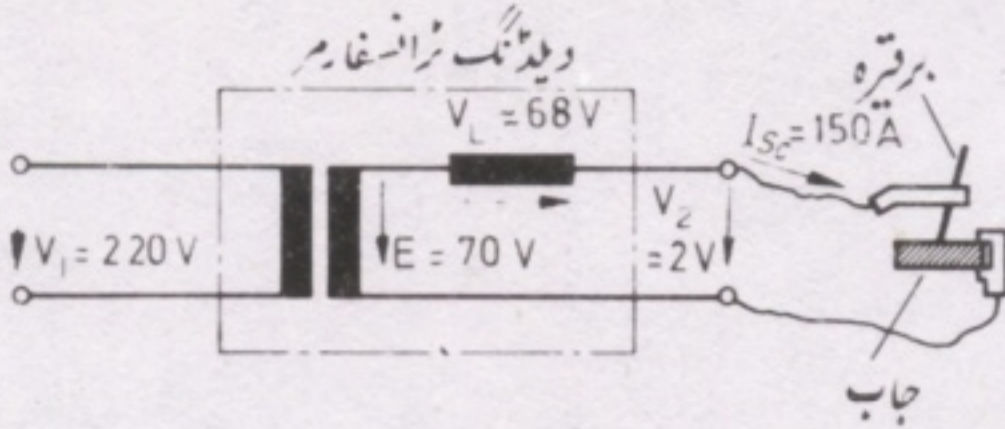
222 کم طاقت کے ٹرانسفارمر (Low power transformer)

ان ٹرانسفارمروں کی نامی طاقت 16 کے-وی-اے تک ہوتی ہے۔ کیونکہ عام طور پر یہ غیر تربیت یافتہ لوگوں کے لیے قابلِ رسائی نہیں ہوتے، اس لیے انہیں خاص احتیاطی تدابیر کے زیرِ اہتمام بنایا جاتا ہے۔ 42 وولٹ تک کے سیکنڈری برقی دباؤ کے حفاظتی ٹرانسفارمر سب سے اہم گروپ ہیں۔ 24 وولٹ تک کے برقی گھنٹی اور کھلونوں وغیرہ کے ٹرانسفارمر بھی اسی قسم میں شامل ہیں۔ تمام حفاظتی ٹرانسفارمر مشروط یا غیر مشروط طور پر شارٹ سرکٹ کے متحمل ہونے چاہییں۔

222/1 : کم طاقت کے ٹرانسفارمروں کی علامت (ا) مشروط طور پر (ب) غیر مشروط طور پر شارٹ سرکٹ کے متحمل ٹرانسفارمر

مشروط طور پر شارٹ سرکٹ کے متحمّل ٹرانسفارمر کے اندر شارٹ سرکٹ سے حفاظت کے لیے فیوز یا متجاوز برقی رَو کے منقطعی سوئچ دربستہ ہوتے ہیں۔

غیر مشروط طور پر شارٹ سرکٹ کے متحمل ٹرانسفارمر اِس طرح بنائے جاتے ہیں کہ بڑھتے ہوئے لوڈ کے ساتھ ساتھ اِن کا سیکنڈری برقی دباؤ کم ہوتا جاتا ہے۔ اس لیے شارٹ سرکٹ کی صورت میں ان میں سے صرف محدود شارٹ سرکٹ برقی رَو پیدا ہوتی ہے اور اس کی وجہ سے وائینڈنگ غیر مباح حد تک گرم نہیں ہوتی۔ موازنے کے لیے شکل 222/2 میں برقی گھنٹی کے ٹرانسفارمر اور کنٹرول ٹرانسفارمر کا سیکنڈری برقی دباؤ کا سیکنڈری برقی رَو پر انحصار گراف میں دکھایا گیا ہے۔ برقی گھنٹی کے ٹرانسفارمر (شارٹ سرکٹ کا متحمل ٹرانسفارمر) کی صورت میں بڑھتی ہوئی سیکنڈری برقی رَو کے ساتھ سیکنڈری برقی دباؤ بہت تیزی سے کم ہوتا جاتا ہے (منحنی ب) جبکہ کنٹرول ٹرانسفارمر کے سیکنڈری برقی دباؤ پر لوڈ کا زیادہ اثر نہیں ہوتا (منحنی ا)۔

222/2 : سیکنڈری برقی رَو 'I_2' کا سیکنڈری برقی دباؤ 'V_2' پر اثر
(ا) کنٹرول ٹرانسفارمر کی منحنی
(ب) برقی گھنٹی کے ٹرانسفارمر کی منحنی

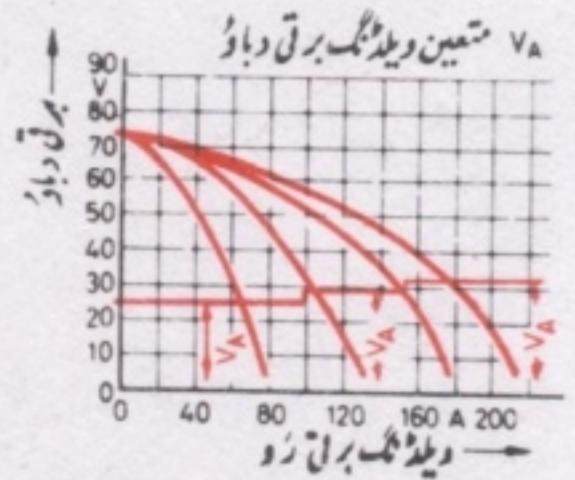
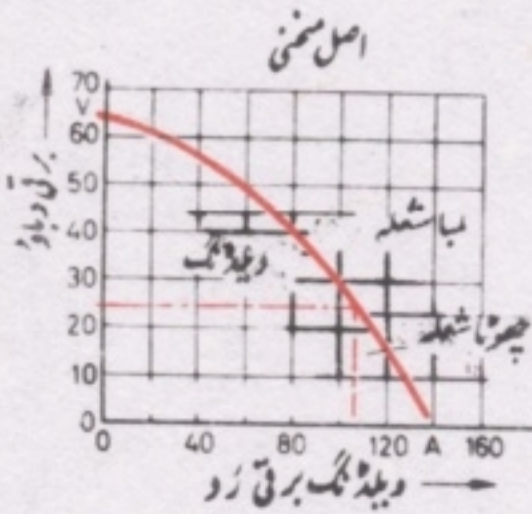
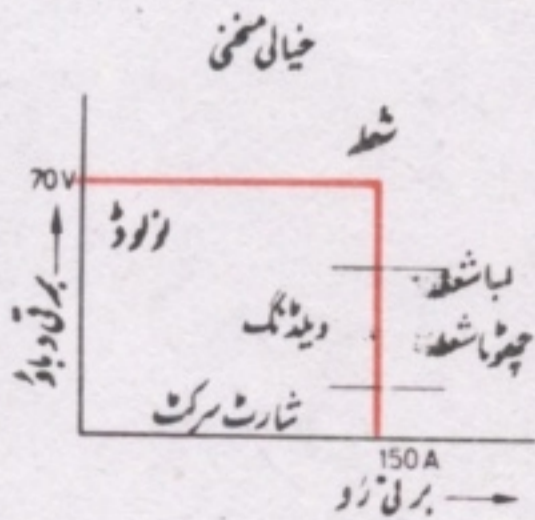
223 برقی شعلہ کا ویلڈنگ ٹرانسفارمر (Electric arc welding transformer)

برقی شعلہ کے ویلڈنگ ٹرانسفارمر کے ساتھ ویلڈنگ برقی رَو کو کنٹرول کرنے کا ضابطہ سرکٹ بھی درکار ہوتا ہے۔ بغیر لوڈ کی صورت میں برقی دباؤ 70 وولٹ سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔ البتہ بہت تھوڑے وقت (0.2 سیکنڈ) کے لیے زیادہ برقی دباؤ بھی مباح ہے۔ تنگ جگھوں میں ویلڈنگ کا کام کرتے وقت بغیر لوڈ کا برقی دباؤ 42 وولٹ سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

223/1: ویلڈنگ ٹرانسفارمر

ٹرانسفارمر کو برقی شعلہ کے وقت پیدا ہونے والی شارٹ سرکٹ برقی رَو کا متحمّل ہو سکنا چاہیے۔ اس مقصد کے لیے ٹرانسفارمر کے سیکنڈری وائینڈنگ کے ہم سلسلہ ایک کوائل لگایا جاتا ہے (شکل 223/1)، بصورتِ دیگر اختتالی مقناطیسی میدان کا ٹرانسفارمر استعمال کیا جاتا ہے جس کا جزءِ طاقت کم ہوتا ہے۔

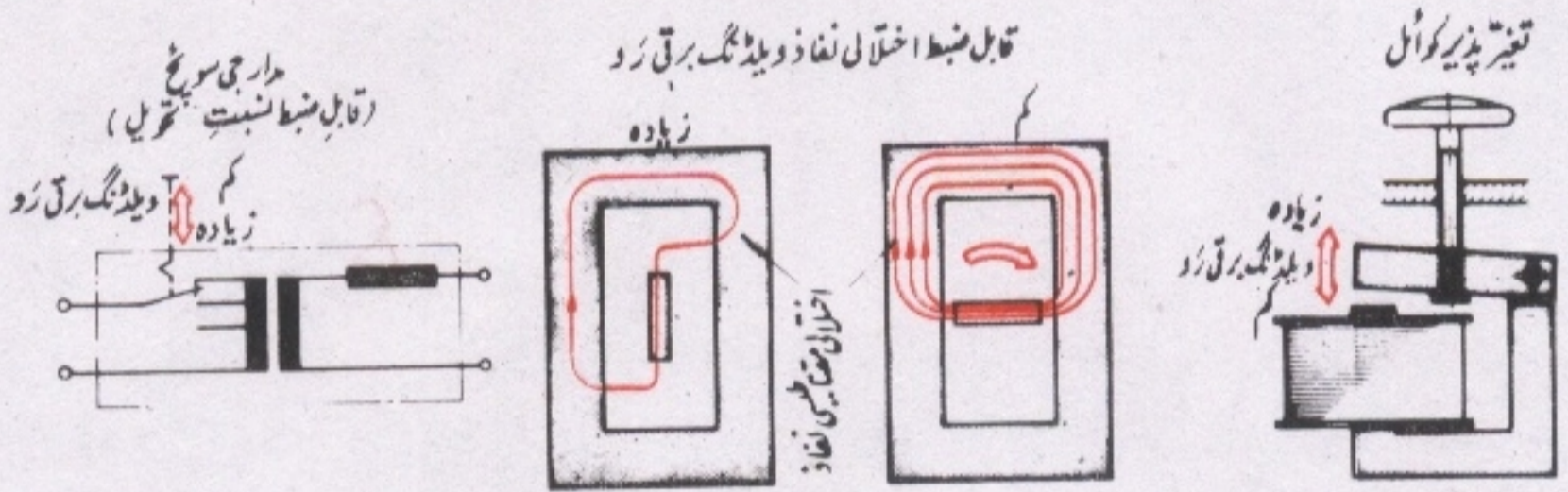
ویلڈنگ ٹرانسفارمر کی منحنیٔ مخصوص بہت ڈھلوانی ہونی چاہیے (شکل 223/2) تاکہ شعلے کی لمبائی بدلنے سے ویلڈنگ برقی رَو میں زیادہ تبدیلی نہ ہو۔ تعیّن کردہ ویلڈنگ برقی رَو صرف شعلے کی درمیانی لمبائی کی صورت میں بہتی ہے۔

2231 ویلڈنگ برقی رَو کا کنٹرول۔ جب ویلڈنگ ٹرانسفارمر سے حاصل کردہ برقی دباؤ بدلا جائے تو اس کی ویلڈنگ برقی رَو بھی تبدیل ہو جاتی ہے۔ ٹرانسفارمر کی پرائمری وائینڈنگ کے چکّروں کی تعداد کو مدارجی سوئچ کے ذریعہ تبدیل کر کے (شکل 2231/2) برقی رَو تبدیل کی جاسکتی ہے۔

> نسبتِ تحویل تبدیل کرنے سے نہ صرف ویلڈنگ برقی رَو بلکہ بغیر لوڈ کا برقی دباؤ بھی تبدیل ہو جاتا ہے۔

2231/1: ویلڈنگ ٹرانسفارمر کی برقی رَو۔ برقی دباؤ کی منحنیٔ مخصوص

اگر برقی دباؤ کا ضیاع بھی ضبط پذیر ہو تو بغیر لوڈ کے برقی دباؤ پر ویلڈنگ برقی رَو کے اثر کو ختم کیا جاسکتا ہے۔ اگر برقی دباؤ کا ضیاع کم ہو تو ویلڈنگ برقی رَو زیادہ ہوگی (شکل 2231/1)۔

برقی دباؤ کے ضیاع کو تغیّر پذیر کوائل یا ضبط پذیر ٹرانسفارمر لوک کی مدد سے تبدیل کیا جاسکتا ہے (شکل 2231/2)۔

> ویلڈنگ ٹرانسفارمر کی اندرونی مزاحمت کے ضبط کے ذریعہ ویلڈنگ برقی رَو کو کم و بیش کیا جاسکتا ہے۔

2231/2: ویلڈنگ برقی رَو کم و بیش کرنے کے مختلف طریقے

کم طاقت کے ویلڈنگ ٹرانسفارمر کی ویلڈنگ برقی رَو کو ایک دستہ گھما کر تبدیل کیا جاتا ہے۔ زیادہ طاقت کے ویلڈنگ ٹرانسفارمروں میں کمزور اختلالی ڈائریکٹ برقی رَو کے ضبط کے ذریعہ ویلڈنگ برقی رَو کو کم و بیش کیا جاسکتا ہے۔

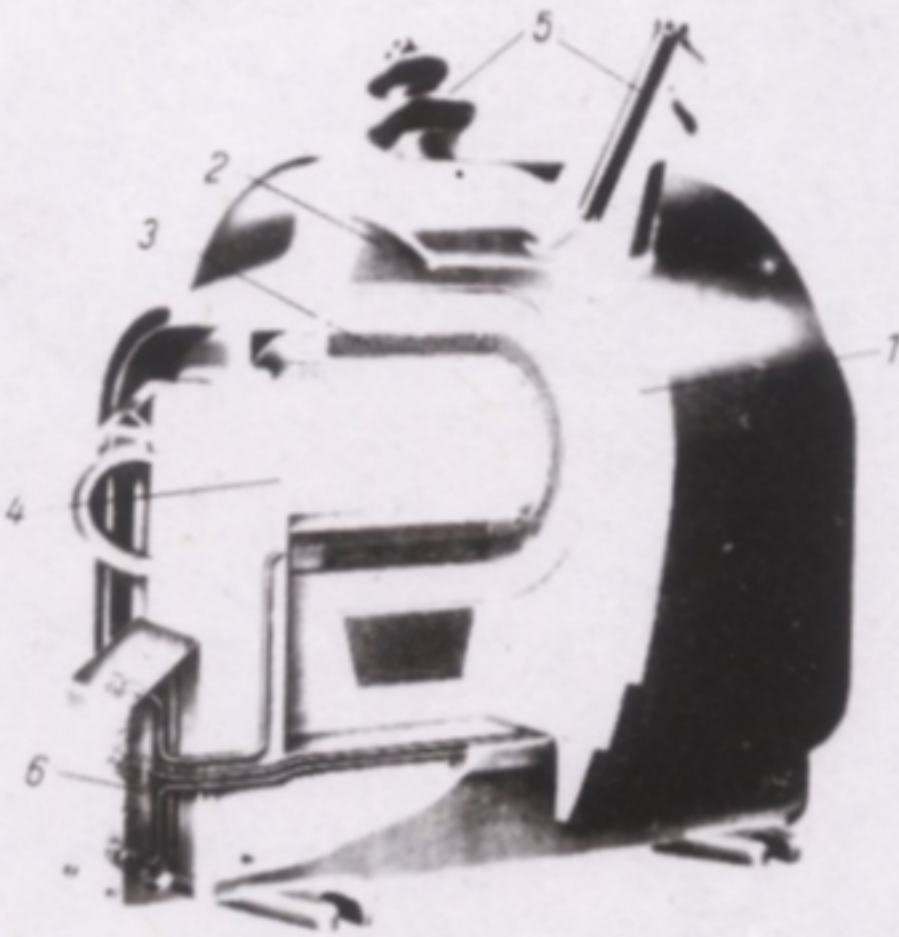
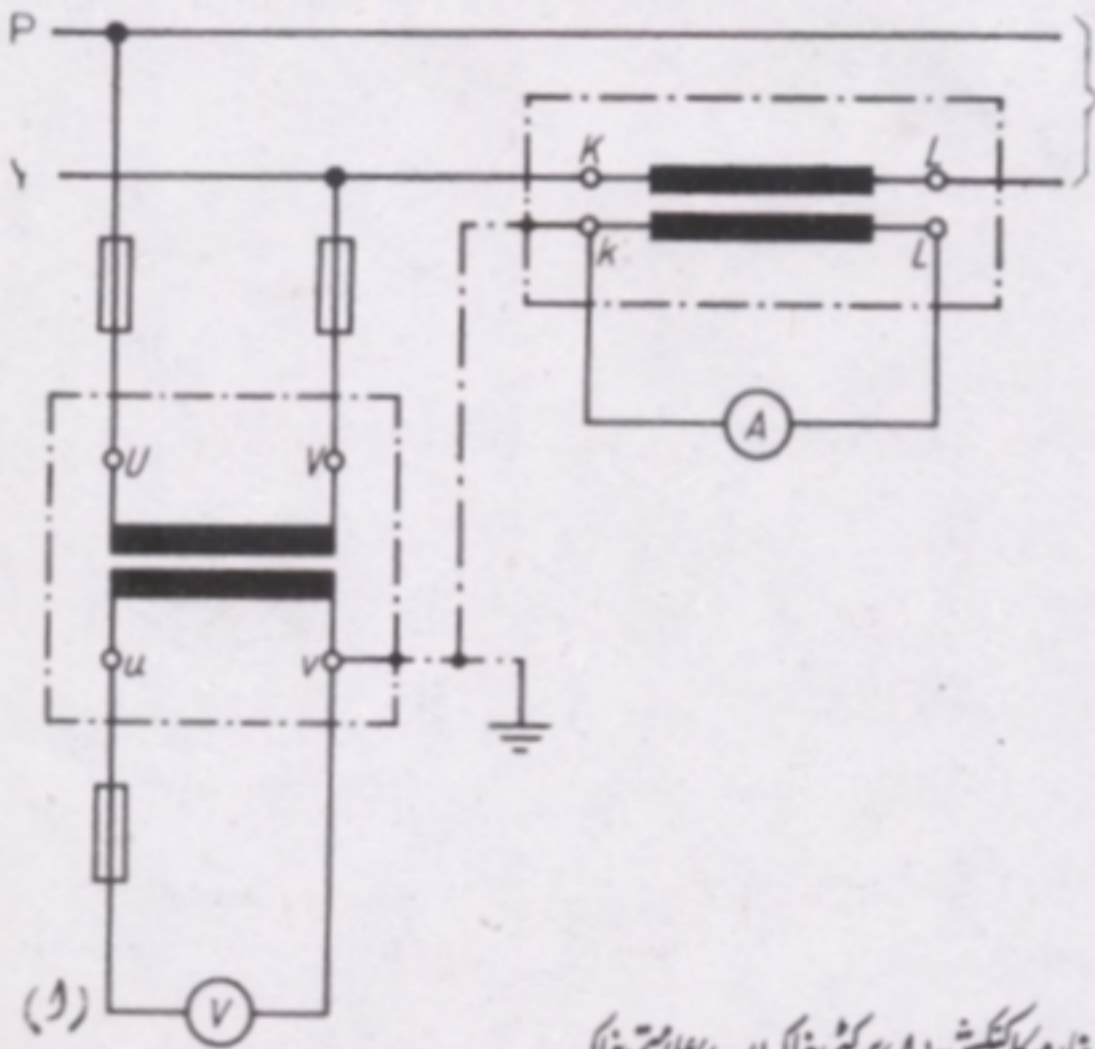
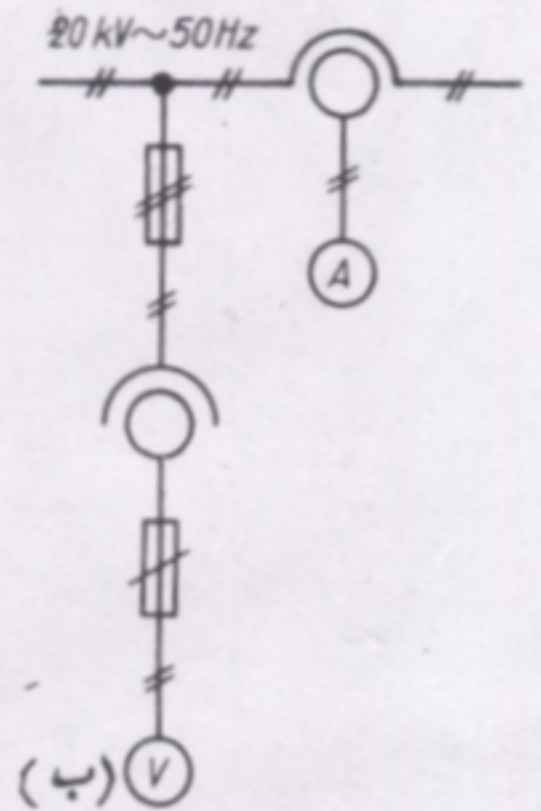
224 پیمائشی ٹرانسفارمر (Instrument transformers)

بلند برقی دباؤ کی تنصیبات میں پیمائشی آلات کو براہِ راست سرکٹ میں نہیں لگایا جاسکتا۔ پیمائشی آلات کو بلند برقی دباؤ کے سرکٹ سے جُدا کرنے کے لیے مخصوص ٹرانسفارمر استعمال کیے جاتے ہیں جن کو پیمائشی ٹرانسفارمر کہتے ہیں۔ یہ دو وائینڈنگ پر مشتمل ہوتے ہیں جو کہ ایک دوسرے سے اچھّی طرح مجوز ہوتی ہیں۔ پیمائشی ٹرانسفارمر کی دو اقسام پوٹینشل ٹرانسفارمر (potential transformer) اور کرنٹ ٹرانسفارمر (current transformer) ہیں۔ ان کو اختصاراً علی الترتیب پی ٹی (PT) اور سی ٹی (CT) کہتے ہیں۔

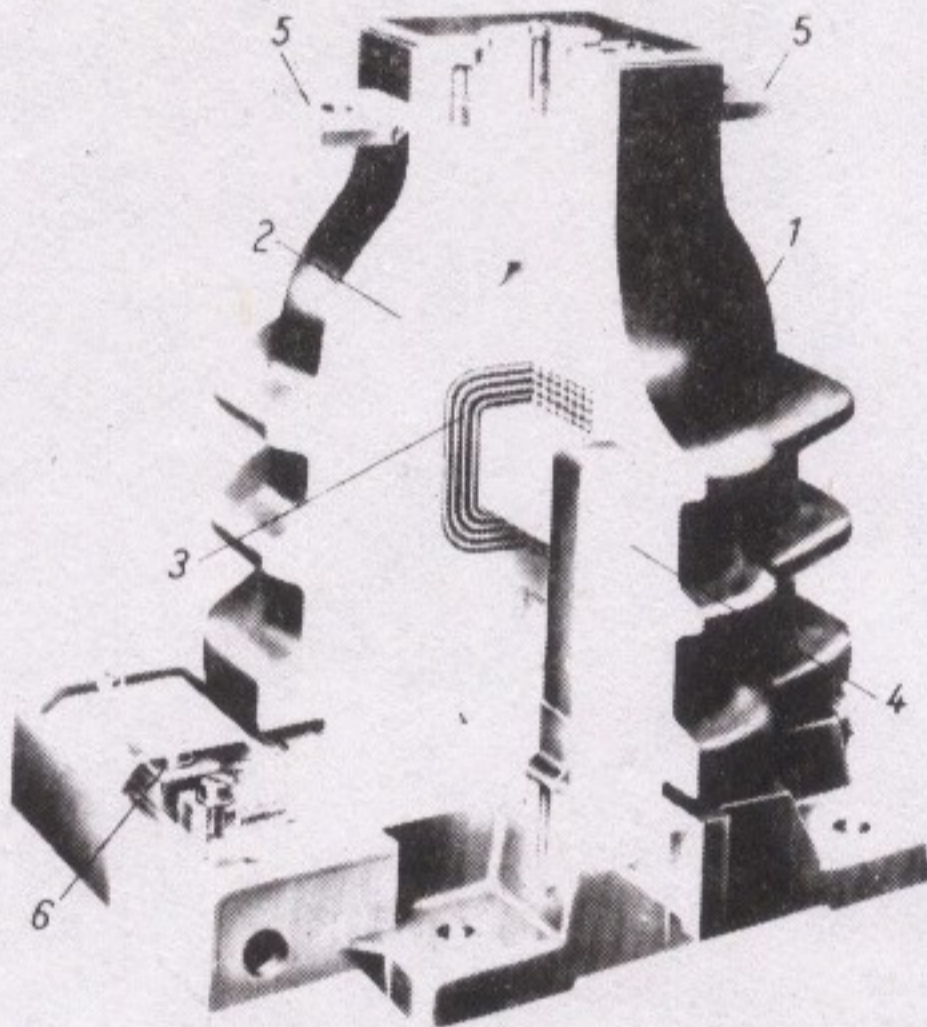
2241 پوٹینشل ٹرانسفارمر ۔ یہ ٹرانسفارمر بلند برقی دباؤ کو 110 وولٹ (یا 100 وولٹ) کے برقی دباؤ میں تحویل کر دیتے ہیں۔ ٹرانسفارمر کی پرائمری وائینڈنگ وولٹ میٹر کی طرح بلند برقی دباؤ کے موصل پر لگائی جاتی ہے۔ وولٹ میٹر سیکنڈری وائینڈنگ کے ساتھ لگایا جاتا ہے۔ وولٹ میٹر کی سکیل کی درجہ بندی پرائمری برقی دباؤ کے لحاظ

سے کی جاتی ہے۔

پوٹینشل ٹرانسفارمر، ٹرانسفارمر کے برقی دباؤ کی تحویل کے اصول پر عمل کرتے ہیں اور ان کے استعمال سے پست برقی دباؤ کے وولٹ میٹر سے بلند برقی دباؤ کی پیمائش کی جاتی ہے۔

پوٹینشل ٹرانسفارمر کے پرائمری پہلو پر دونوں موصلوں میں فیوز لگائے جاتے ہیں جبکہ سیکنڈری پہلو میں صرف ایک فیوز لگایا جاتا ہے۔ جس موصل میں فیوز نہیں لگا ہوتا، اُسے خول سے جوڑ کر ارضی موصل کے ذریعہ ارتھ کر دیا جاتا ہے۔ مجوزیت میں کسی نقص کی وجہ سے پیمائشی سرکٹ کی بلند برقی دباؤ سے حفاظت کے لیے یہ ارتھ استعمال ہوتا ہے۔

2241/1 : پوٹینشل ٹرانسفارمر
(1) خول (2) پرائمری وائینڈنگ (3) سیکنڈری وائینڈنگ
(4) آہنی کور (5) پرائمری ٹرمینل (6) سیکنڈری ٹرمینل

2241/2: پوٹینشل ٹرانسفارمر اور کرنٹ ٹرانسفارمر کا کنکشن (ا) سرکٹی خاکہ (ب) علامتی خاکہ

2242 **کرنٹ ٹرانسفارمر (برقی رَو کا پیمائشی ٹرانسفارمر)** ۔ پست برقی دباؤ کی تنصیبات میں زیادہ مقدار کی برقی رَو اور بلند برقی دباؤ کی تنصیبات میں ہر مقدار کی برقی رَو کی پیمائش کے لیے کرنٹ ٹرانسفارمر (شکل 2242/1) استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان کی مدد سے یہ پیمائش 1 ایمپیئر اور 5 ایمپیئر کے ایم میٹر کے ذریعہ کی جا سکتی ہے جس موصل میں برقی رَو کی پیمائش کرنی درکار ہو، اس میں کرنٹ ٹرانسفارمر کی پرائمری وائینڈنگ ایم میٹر کی طرح لگائی جاتی ہے اور سیکنڈری وائینڈنگ میں ایم میٹر لگایا جاتا ہے۔

کرنٹ ٹرانسفارمر، ٹرانسفارمر کی برقی رَو کی تحویل کے اصول پر عمل کرتے ہیں اور ان کی مدد سے پست برقی رَو کے ایم میٹر کے ذریعہ بلند برقی دباؤ کی تنصیبات میں بلند برقی رَو کی پیمائش کی جاتی ہے۔

1۔ خول
2۔ پرائمری وائینڈنگ
3۔ سیکنڈری وائینڈنگ
4۔ آہنی کور
5۔ پرائمری ٹرمینل
6۔ سیکنڈری ٹرمینل

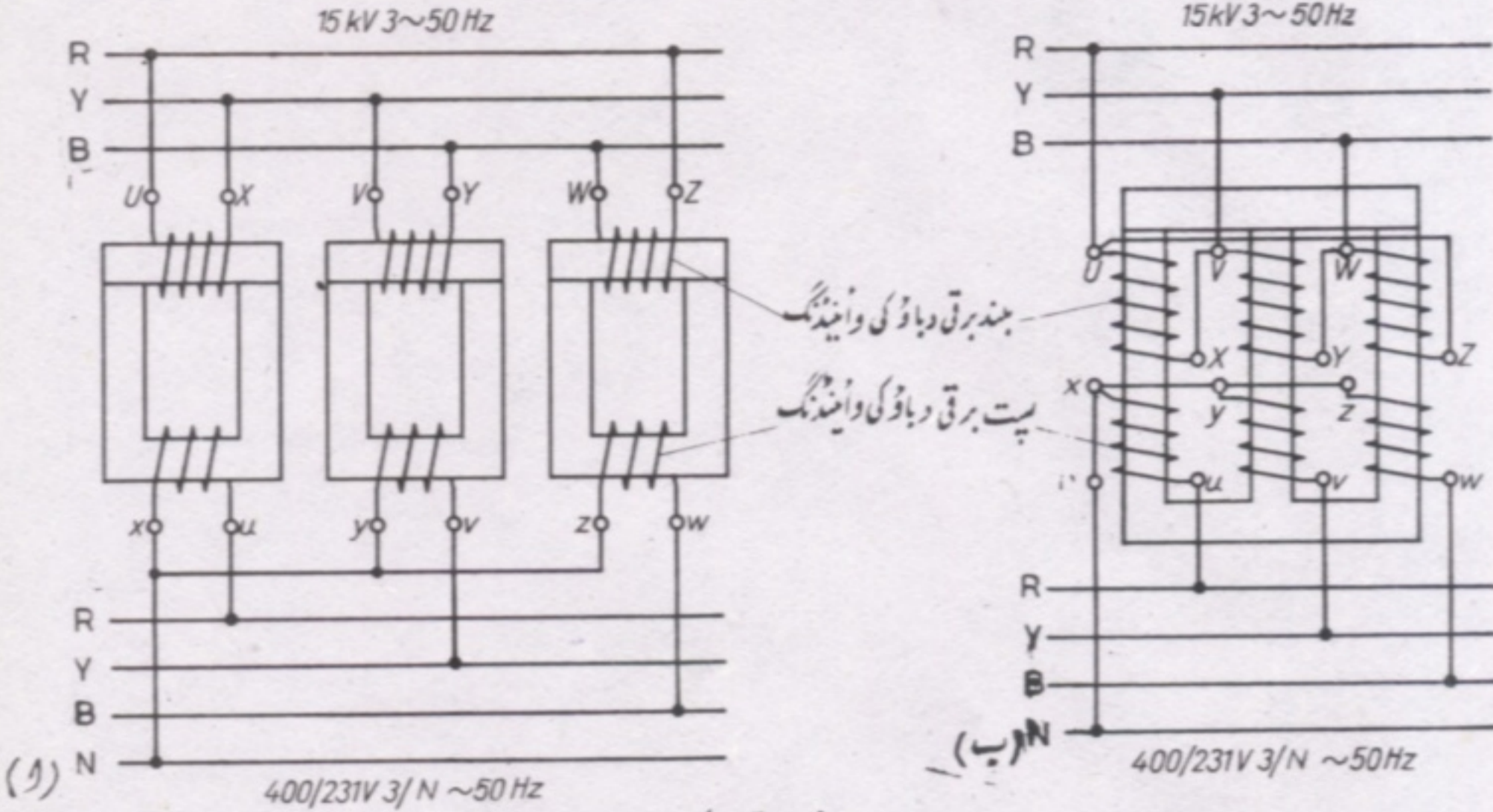
2242/1: بلند برقی دباؤ کی تنصیبات کے لیے کرنٹ ٹرانسفارمر

ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت بہت کم ہوتی ہے، اس لیے کرنٹ ٹرانسفارمر کی سیکنڈری وائینڈنگ تقریباً شارٹ سرکٹ کی حالت میں ہی ہوتی ہے۔ کرنٹ ٹرانسفارمر کے سیکنڈری سرکٹ کو کبھی کھُلا نہیں ہونا چاہیے۔ کیونکہ اس صورت میں آہنی کور میں سیکنڈری برقی رَو کی وجہ سے مقناطیسی نفاذ موجود نہیں ہوگا جو کہ عام حالات میں پرائمری مقناطیسی نفاذ کی مخالف سمت میں ہوتا ہے۔ صارف کی بلند برقی رَو (پرائمری برقی رَو) آہنی کور میں بہت طاقتور مقناطیسی نفاذ کا باعث ہوگی جس کی وجہ سے سیکنڈری وائینڈنگ میں بہت زیادہ برقی دباؤ پیدا ہو سکتا ہے۔ یہ 1000 وولٹ یا اِس سے بھی زیادہ ہو سکتا ہے۔ علاوہ ازیں اِس مقناطیسی نفاذ کی وجہ سے آہنی کور اِس حد تک گرم ہو سکتا ہے کہ ٹرانسفارمر کی وائینڈنگ کو نقصان پہنچنے کا احتمال ہوتا ہے۔ اس لیے کرنٹ ٹرانسفارمر کے سیکنڈری سرکٹ میں حفاظتی فیوز استعمال نہیں کیے جاتے۔

کرنٹ ٹرانسفارمر کی سیکنڈری برقی رَو انتہائی انصراف پر 5 ایمپیئر (بعض اوقات 1 ایمپیئر) پر متعین ہوتی ہے۔ اس کے ساتھ منسلکہ ایم میٹر کی درجہ بندی پیمائش کی جانے والی پرائمری برقی رَو کے مطابق کی جاتی ہے۔ بلند برقی دباؤ کی تنصیبات میں کرنٹ ٹرانسفارمر کا سیکنڈری پہلو اس کے خول سے ملا کر ارتھ کر دیا جاتا ہے۔

23 سہ فیز ٹرانسفارمر (Three phase transformers)

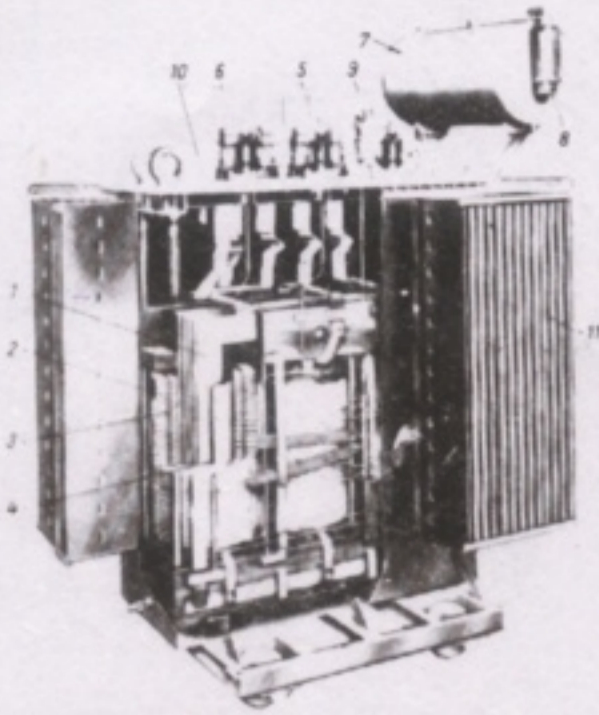
سہ فیز آلٹرنیٹنگ برقی دباؤ کی تحویل تین ایک جیسے سنگل فیز ٹرانسفارمروں کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔ ان ٹرانسفارمروں کی پرائمری اور سیکنڈری وائینڈنگ سٹار یا ڈیلٹا کنکشن میں جوڑی جاسکتی ہیں (شکل 23/1 ۔ا)۔ عام طور پر مشترکہ آہنی کور پر مشتمل سہ فیز ٹرانسفارمر استعمال کیے جاتے ہیں (شکل 23/1 ۔ب)۔

23/1: سہ فیز برقی دباؤ کی تحویل

(ا) سہ فیز برقی دباؤ کی تحویل کے لیے تین سنگل فیز ٹرانسفارمر ڈیلٹا۔سٹار کنکشن میں (ب) ڈیلٹا۔سٹار کنکشن کا سہ فیز ٹرانسفارمر

231 سہ فیز ٹرانسفارمر کی ساخت (Construction of three phase transformer)

وائینڈنگ کے آغازی ٹرمینل 'U'، 'V' اور 'W' سے اور اختتامی ٹرمینل 'X'، 'Y' اور 'Z' سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ بڑے حروف بلند برقی دباؤ کی وائینڈنگ اور چھوٹے حروف پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔

چھوٹے ٹرانسفارمروں کو ٹھنڈا رکھنے کے لیے مصنوعی خنکی نظام استعمال نہیں ہوتا جبکہ بڑے ٹرانسفارمروں کو ٹھنڈا کرنے کے لیے تیل استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ آئل ٹرانسفارمر (شکل 231/1) کہلاتے ہیں۔ یہ ٹرانسفارمر تیل (ٹرانسفارمر آئل) کے ٹینک میں رکھے ہوتے ہیں۔ ٹرانسفارمر کی دونوں وائینڈنگ کے ٹرمینل بُشنگ کے ذریعہ ٹینک کے بالائی حصّے پر لائے جاتے ہیں۔ ٹرانسفارمر آئل ٹھنڈک پہنچانے کے علاوہ مجوزیت کا کام بھی دیتا ہے۔ اس لیے یہ تیل بہت خالص ہونا چاہیے۔ ٹینک کے باہر چاروں طرف لوہے کی نالیاں (11) لگی ہوتی ہیں۔ ان کی وجہ سے تبریدی (خنکی) سطح کا رقبہ بڑھ جاتا ہے اور نظامِ خنکی کی کارکردگی بہتر ہوجاتی ہے۔ بہت بڑے ٹرانسفارمروں میں جبری خنکی نظام استعمال ہوتا ہے جن میں دورانِ تیل کے لیے پمپ استعمال کیے جاتے ہیں۔

گرم ہونے کی وجہ سے تیل پھیلتا ہے۔ ٹرمینل کے ایک طرف ڈرم (7) لگا ہوتا ہے تاکہ تیل کو پھیلنے کی جگہ

مل سکے۔ اس ڈرم کو بریدر (breather) کہتے ہیں۔

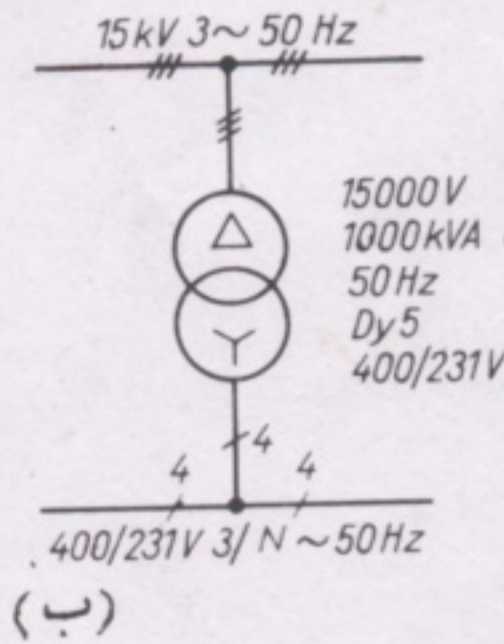
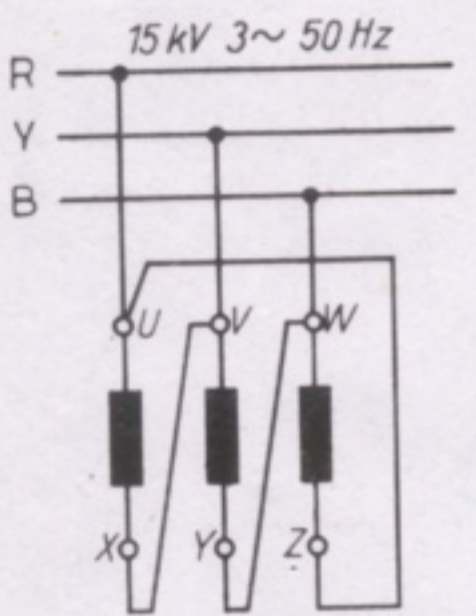
اگر فضا کا درجۂ حرارت °35 سینٹی گریڈ ہو تو ٹرانسفارمر آئل کے درجۂ حرارت میں مباح اضافہ °60 سینٹی گریڈ ہوتا ہے۔ یعنی ٹرانسفارمر آئل کا درجۂ حرارت °95 سینٹی گریڈ سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔ ٹرانسفارمر آئل کی پڑتال کے لیے بریدر اور ٹینک کو ملانے والی ٹیوب کے ساتھ بخھولز (buchholz) (9) ریلے لگا ہوتا ہے۔

231/1 : 800 کے وی اے کا سہ فیز آئل ٹرانسفارمر (1) آہنی کور (2) بلند برقی دباؤ کی وائینڈنگ (3) پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ (4) ہارڈ پیپر کا سلنڈر (مجوزیت) (5) بلند برقی دباؤ کی بشنگ (6) پست برقی دباؤ کی بشنگ (7) بریدر (8) تیل کی سطح کا انڈی کیٹر (9) بخھولز ریلے (10) تھرمامیٹر لگانے کے لیے جگہ (11) بتریدی نالیاں۔

232 ٹرانسفارمر وائینڈنگ کے کنکشن

(Transformer winding connections)

سہ فیز ٹرانسفارمر کی وائینڈنگ کو مختلف طریقوں سے جوڑا جا سکتا ہے۔ کنکشن کی نوعیت ٹرانسفارمر کے استعمال پر منحصر ہوتی ہے۔ کنکشن کی نوعیت اور دوسری ضروری تصریحات مثلاً نامی برقی دباؤ، نامی طاقت وغیرہ نیم پلیٹ پر درج ہوتی ہیں۔

232/1 : (ا) ڈیلٹا۔ سٹار سہ فیز ٹرانسفارمر (ب) ڈیلٹا۔ سٹار سہ فیز ٹرانسفارمر کی علامت

ڈیلٹا۔ سٹار کنکشن (232/1)۔ پست برقی دباؤ کے تقسیمی سرکٹ کو برقی طاقت فراہم کرنے کے لیے استعمال کردہ ٹرانسفارمر کی پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ سٹار کنکشن میں جوڑی جاتی ہے۔ اس کنکشن میں سٹار پوائنٹ دستیاب ہوتا ہے جس کے ساتھ تقسیمی سرکٹ کا تعدیلی موصل لگایا جاتا ہے۔

سیکنڈری وائینڈنگ پر غیر یکساں لوڈ صرف اس صورت میں ڈالا جا سکتا ہے جب ٹرانسفارمر کی پرائمری وائینڈنگ ڈیلٹا کنکشن میں جوڑی گئی ہو۔ اس طرح سیکنڈری وائینڈنگ کے مختلف فیزوں پر غیر یکساں لوڈ کی صورت میں پرائمری وائینڈنگ کے ڈیلٹا کنکشن کی وجہ سے ٹرانسفارمر کے آہنی کور میں مقناطیسی نفاذ یکساں طور پر منقسم ہوتا ہے۔

پست برقی دباؤ کے تقسیمی سرکٹ کو بجلی فراہم کرنے کے لیے 400 کے وی اے سے زیادہ طاقت کے ٹرانسفارموں میں ڈیلٹا۔ سٹار کنکشن استعمال کیا جاتا ہے۔

زگ زیگ (ٹیڑھامیڑھا) کنکشن (232/2) ۔پست برقی دباؤ کی سٹار کنکشن میں جوڑی گئی وائینڈنگ کو دو برابر حصّوں میں تقسیم کرکے ہر حصّے کو مختلف بازو پر رکھا جاتا ہے۔ اس کنکشن کی وجہ سے غیر یکساں لوڈ کی صورت میں بھی مقناطیسی نفاذ مختلف بازوؤں پر یکساں طور پر تقسیم ہوتا ہے۔ بلند برقی دباؤ کی وائینڈنگ کے سٹار کنکشن کا یہ فائدہ ہے کہ اس پر ٹیپنگ (taping) لگائی جاسکتی ہیں۔ عام طور پر ہر فیز پر تین ٹیپنگ ہوتی ہیں جن کی وجہ سے سیکنڈری برقی دباؤ کو '4±' فیصد تک تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ یہ کنکشن 400 کے وی اے تک کے تقسیمی ٹرانسفارمرو ں میں استعمال کیا جاتا ہے۔

232/2 :(ا) سٹار۔ زگ زیگ سہ فیز ٹرانسفارمر
(ب) سٹار۔ زگ زیگ سہ فیز ٹرانسفارمر کی علامت

مختلف کنکشن گروپ۔ وائینڈنگ جوڑنے کے مختلف طریقوں کو کنکشن گروپوں میں ترتیب دیا گیا ہے۔ انٹرنیشنل الیکٹریکل کمشن (IEC) کے مطابق کنکشن کے چار گروپ 0، 5، 6 اور 11 ہیں۔ بلند برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ کو جوڑنے کے طریقہ کو حروف سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ 'D' ڈیلٹا کنکشن کو 'Y' سٹار کنکشن کو اور 'Z' زگ زیگ کنکشن کو ظاہر کرتا ہے۔ پہلا بڑا حرف بلند برقی دباؤ کی اور دوسرا چھوٹا حرف پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ کے کنکشن کے طریقہ کو ظاہر کرتا ہے مثلاً 'Dy' ۔ ان حروف کے بعد کا ہندسہ گروپ کی علامت ہوتا ہے جو کہ بلند برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ کے درمیان تفاوتِ فیز کو ظاہر کرتا ہے۔ اس ہندسے کو °30 سے ضرب دینے سے تفاوتِ فیز حاصل ہوتا ہے مثلاً گروپ 6 کے ٹرانسفارمر میں بلند برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ کے درمیان تفاوتِ فیز 'φ' $= 6\times30^\circ = 180^\circ$ ہوتا ہے۔ اہم کنکشن گروپ جدول 232/3 میں دکھائے گئے ہیں۔

232/3 : اہم کنکشن گروپ

کنکشن: بلند برقی دباؤ کی وائینڈنگ	کنکشن: پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ	علامت: بلند برقی دباؤ کی وائینڈنگ	علامت: پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ	کنکشن گروپ	استعمال
U V W	u v w	V U W	u w v	Yz5	سٹار زگ زیگ کنکشن سٹار پوائنٹ کے موصل والے چھوٹے تقسیمی ٹرانسفارمر کے لیے۔
U V W	u v w	V U W	u w v	Dy5	ڈیلٹا سٹار کنکشن سٹار پوائنٹ والے بڑے تقسیمی ٹرانسفارمر کے لیے۔
U V W	u v w	V U W	u w v	Yd5	سٹار ڈیلٹا کنکشن زیادہ طاقت کے جنریٹروں وغیرہ کے لیے ٹرانسفارمر۔

233 ٹرانسفارمروں کا متوازی عمل (Parallel operation of transformers)

نامی برقی دباؤ یکساں ہونے کی صورت میں ٹرانسفارمروں کی پرائمری یا سیکنڈری وائینڈنگ متوازی ترتیب میں لگائی جاتی ہیں ۔ اگر دونوں وائینڈنگ کو متوازی ترتیب میں لگانا ہو تو مندرجہ ذیل امور کو مدِنظر رکھنا پڑتا ہے :

1 - ٹرانسفارمروں کے بلند برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ برابر ہونے چاہییں ۔

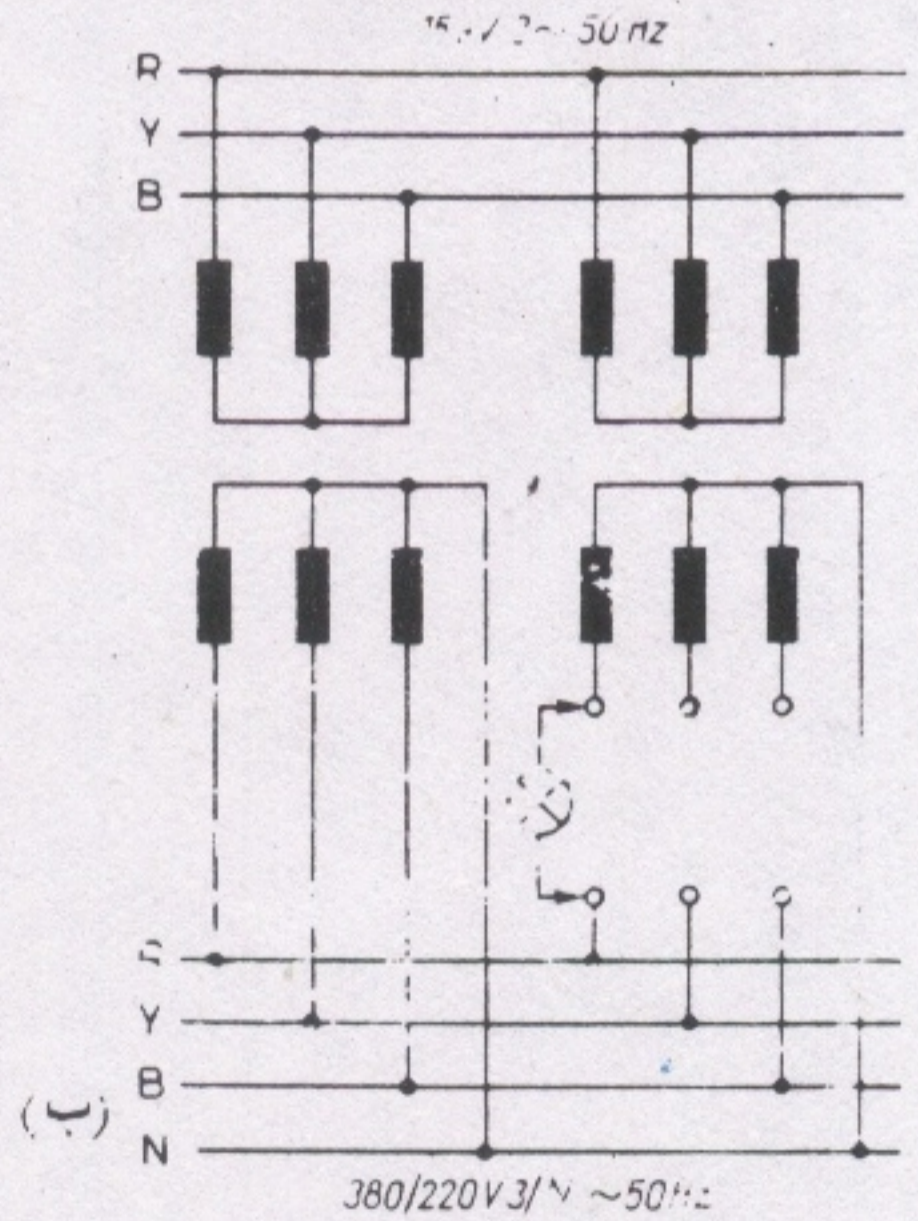
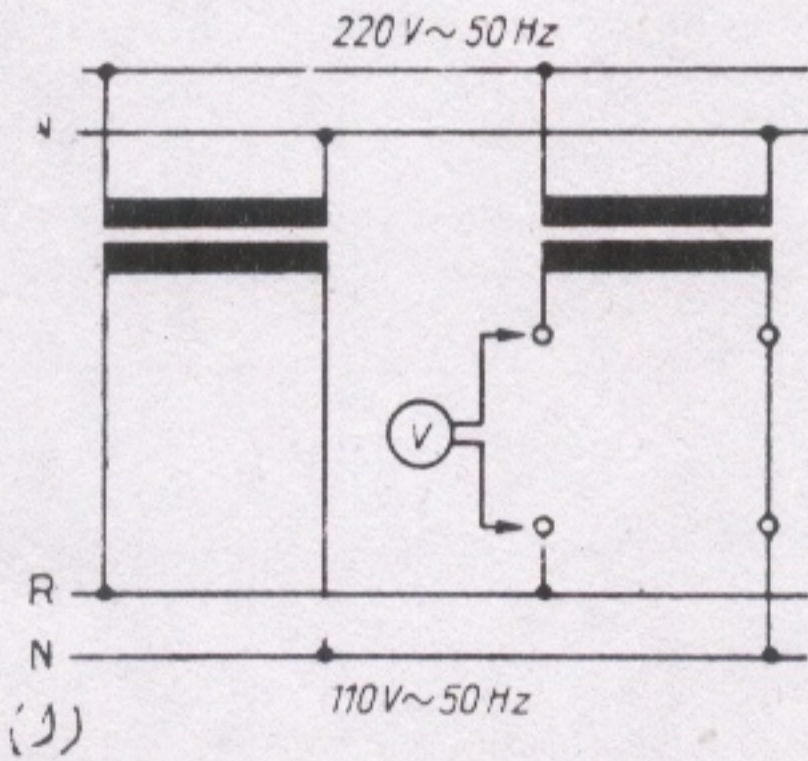
2 - نامی طاقتوں کی نسبت '3:1' سے کم ہونی چاہیے ۔

3 - شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کا فرق 10 فیصد سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے ۔

شارٹ سرکٹ برقی دباؤ ٹرانسفارمر کی اندرونی امالیتی تعاملیّت کا مظہر ہوتا ہے۔ اگر ان کے شارٹ سرکٹ برقی دباؤ کا فرق 10 فیصد سے زیادہ ہو تو کم شارٹ سرکٹ برقی دباؤ والا ٹرانسفارمر متجاوز طور پر زیرِ بار آجائے گا۔

4 - متوازی سرکٹ میں لگائے جانے والے دونوں ٹرانسفارمروں کا علامتی ہندسہ ایک ہی ہونا چاہیے تاکہ دونوں سیکنڈری وائینڈنگ کی حالتِ فیز ایک جیسی ہی ہو۔

5 - دونوں ٹرانسفارمروں کے فیز ایک ہی ہونے چاہییں۔

متوازی کنکشن اس وقت درست ہوتا ہے جب کہ جوڑے جانے والے ٹرمینل کے درمیان برقی دباؤ صفر ہو۔ دوسرے ٹرانسفارمر کے غلط کنکشن کی صورت میں دونوں سیکنڈری وائینڈنگ آپس میں شارٹ ہو جاتی ہیں۔ درست کنکشن کی پڑتال شکل 233/1 کے مطابق وولٹ میٹر یا برقی لیمپ کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔

233/1: ٹرانسفارمروں کے متوازی عمل کے لیے فیزوں کی پڑتال کا سرکٹ (ا) اک فیز ٹرانسفارمر کی صورت میں (ب) سہ فیز ٹرانسفارمر کی صورت میں

3 سنکرونس جنریٹر یا آلٹرنیٹر (Synchronous Generator or Alternator)

سہ فیز جنریٹر یا سہ فیز موٹر میں مقناطیسی گردشی میدان پیدا کیا جاتا ہے۔ اگر روٹر کی رفتار سٹیٹر کے مقناطیسی میدان کی گردشی رفتار کے برابر ہو تو ایسی مشین کو سنکرونس مشین کہتے ہیں۔ (سنکرونس کا مطلب ہم آہنگ ہوتا ہے)۔ اگر روٹر کی گردشی رفتار مقناطیسی میدان کی گردشی رفتار سے کم یا زیادہ ہو تو ایسی مشین ایسنکرونس یا انڈکشن مشین کہلاتی ہے۔

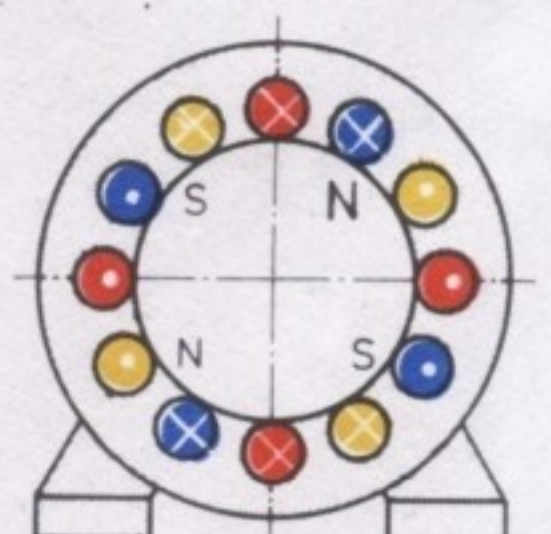
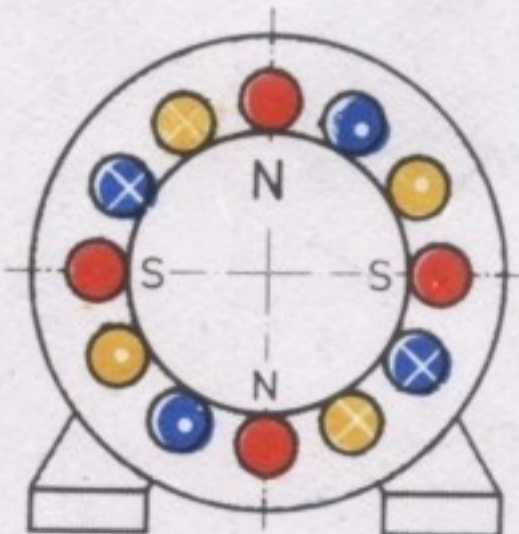
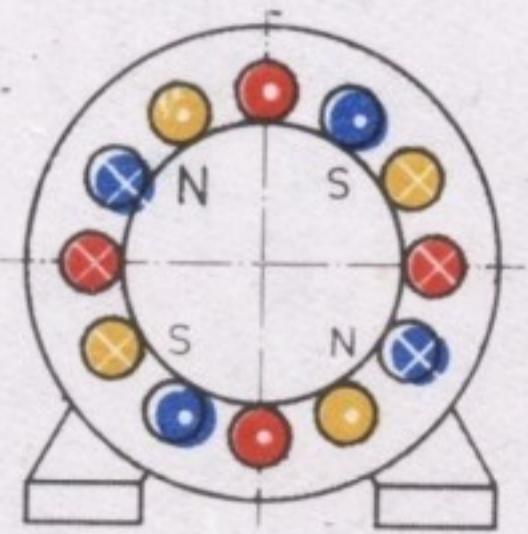
31 ساخت اور کام کرنے کا اصول (Construction and working principle)

311 گردشی مقناطیسی میدان پیدا کرنا (Production of rotating magnetic field)

اگر ایک نعل نما مقناطیس کو گھمایا جائے تو اس کا مقناطیسی میدان بھی گردش کرے گا۔ سہ فیز آلٹرنیٹنگ برقی رَو کی مدد سے میکانی گردش کے بغیر بھی گردشی مقناطیسی میدان پیدا کیا جا سکتا ہے۔ ایسے مقناطیسی میدان موٹر کی ساخت میں استعمال کیے جاتے ہیں۔ گردشی مقناطیسی میدان پیدا کرنے کے لیے سہ فیز آلٹرنیٹنگ برقی رَو تین ایسے کوائلوں میں سے گزاری جاتی ہے جو کہ سٹیٹر پر ایک دوسرے سے °120 کے فاصلے پر نصب ہوتے ہیں (شکل 311/1)۔ یہ کوائل سٹیٹر پر یکساں طور پر منقسم ہوتے ہیں چونکہ اس طرح کوائل کم جگہ گھیرتے ہیں اور مشین چھوٹی بنائی جا سکتی ہے۔

311/1: سہ فیز وائینڈنگ

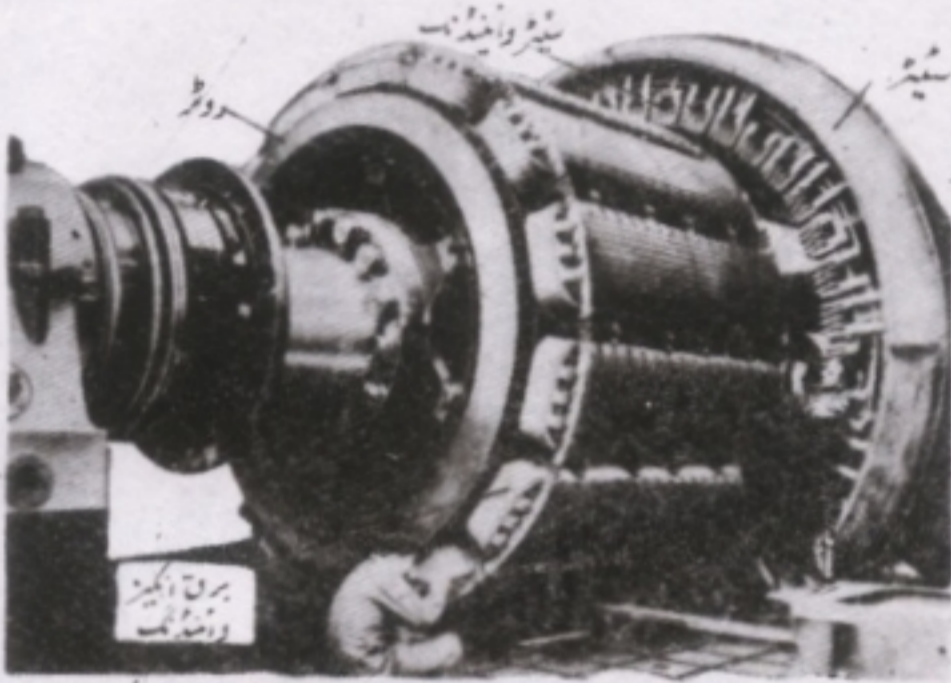
جب کوائل میں سے برقی رَو گزرتی ہے تو ہر کوائل کا اپنا مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے۔ چونکہ ہر کوائل میں سے گزرنے والی برقی رَو کے درمیان °120 کا تفاوتِ فیز ہوتا ہے اس لیے ان کی وجہ سے گردشی میدان پیدا ہو گا (شکل 311/2)۔

> جب سہ فیز وائینڈنگ میں سے سہ فیز برقی رَو گزاری جاتی ہے تو گردشی مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا ہے۔

311/2: تین مختلف اوقات میں سہ فیز وائینڈنگ میں مقناطیسی میدان کی حالت

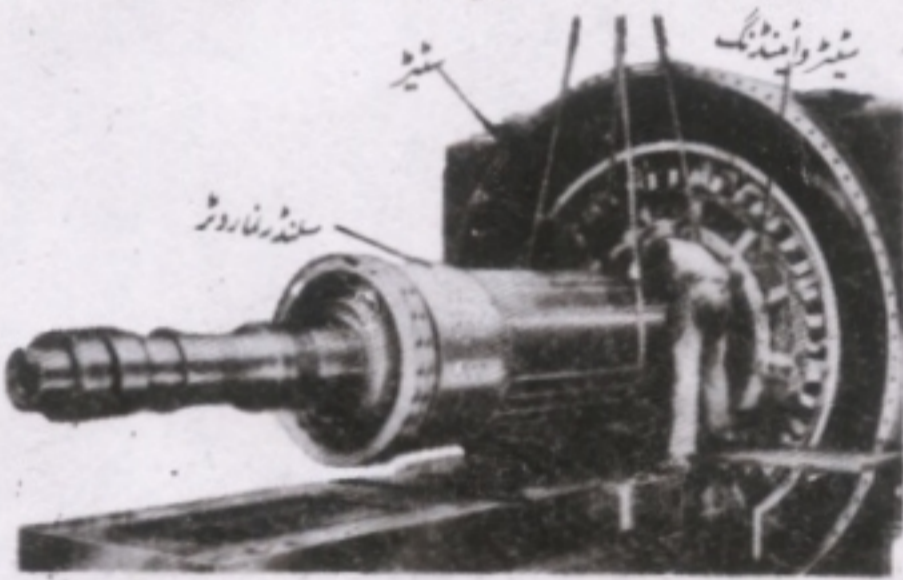
گردشی مقناطیسی میدان کی رفتار (سنکرونس سپیڈ)، برقی رَو کی رفتار اور قطبوں (پول) کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے۔ چونکہ مقناطیسی پول ہمیشہ جوڑے کی صورت میں ہوتے ہیں اس لیے رفتار کے فارمولے میں پول کے جوڑوں (قطبین) کی تعداد استعمال کی جاتی ہے ۔

اگر 'n_s' سنکرونس سپیڈ، 'f' فریکوئنسی اور 'p' قطبین (پول کے جوڑوں) کی تعداد ہو تو

$$n_s = \frac{60 \times f}{p}$$

312 **روٹر اور سٹیٹر** ۔ سُست رفتار کی مشین کا روٹر اُفقی یا عمودی حالت میں گردش کر سکتا ہے۔ تیز رفتار مشین کا روٹر ہمیشہ افقی حالت میں ہوتا ہے۔ روٹر پر محرک یا برق انگیز وائینڈنگ ہوتی ہے جس میں سے ڈائریکٹ برقی رَو گزاری جاتی ہے۔ وائینڈنگ کو ڈائریکٹ برقی رَو فراہم کرنے کے لیے دو سلپ رنگ استعمال کیے جاتے ہیں۔ روٹر پرت دار سٹیل سے بنائے جاتے ہیں۔

312/1 : سنکرونس جنریٹر (رفتار = 375 چکر فی منٹ)

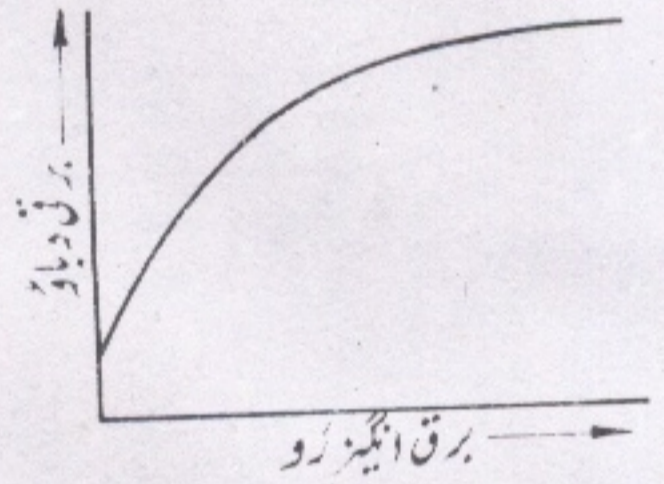
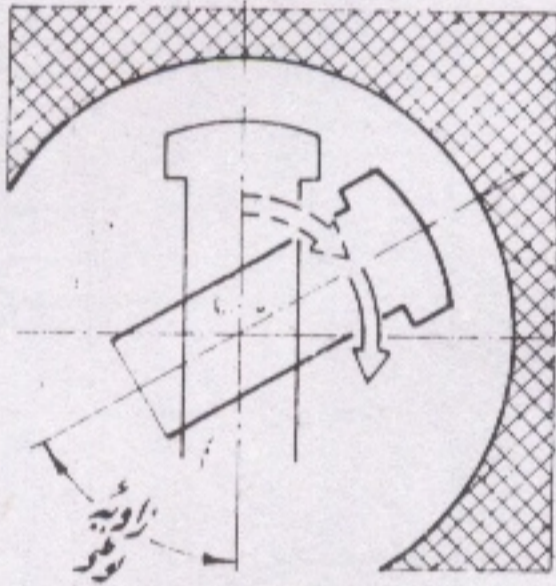
سُست رفتار مشین کا روٹر بیرون رو پول والا ہوتا ہے۔ پول ٹھوس یا پرت دار لوہے سے بنائے جاتے ہیں۔ شکل 312/1 میں ایک ایسا ہی روٹر دکھایا گیا ہے۔ تیز رفتار (3000 چکر فی منٹ) روٹر سلنڈر نما ہوتے ہیں (شکل 312/2) ۔

312/2 : سنکرونس جنریٹر (رفتار 3000 چکر فی منٹ)

بعض اوقات روٹر کی شافٹ کے ساتھ برق انگیز رَو کے لیے ڈی سی جنریٹر بھی نصب ہوتا ہے۔ اسے برق انگیز یا محرک جنریٹر کہتے ہیں۔ جن سنکرونس مشینوں کی شافٹ کے ساتھ ڈی سی جنریٹر نصب نہیں ہوتا، انہیں مینز سے ریکٹیفائر کے ذریعہ ڈی سی سپلائی فراہم کی جاتی ہے۔ بعض سنکرونس جنریٹروں میں انہی سے پیدا شدہ برقی دباؤ کو ریکٹیفائی کر کے برق انگیز رَو (excitation current) فراہم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے (شکل 314/1)۔ ایسی صورت میں ابتدا میں بقیہ مقناطیسیت ہی برق انگیزی کا کام دیتی ہے۔

سٹیٹر پر سٹیٹر وائینڈنگ ہوتی ہے۔ جس میں سے آلٹرنیٹنگ برقی رَو گزرتی ہے۔ اس لیے سٹیٹر پرت دار لوہے سے بنایا جاتا ہے۔ پرت دار سٹیٹر کے گرد کاسٹ آئرن یا سٹیل کا خول ہوتا ہے۔ سٹیٹر وائینڈنگ سہ فیز وائینڈنگ ہوتی ہے۔

313 آلٹرنیٹر کا طریقِ کار (Operation of alternator)

میکانی انجن کے ذریعہ روٹر کو گھمایا جاتا ہے۔ برق انگیز وائینڈنگ میں گزرنے والی ڈائرکیٹ برقی رَو کی وجہ سے پیدا شدہ مقناطیسی میدان بھی روٹر کے ساتھ گردش کرتا ہے۔ اس گردشی مقناطیسی میدان کی وجہ سے سٹیٹر کی وائینڈنگ کے ہر فیز میں امالی برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے۔ ہر فیز کے برقی دباؤ کے درمیان 120° کا تفاوتِ فیز ہوتا ہے۔ سٹیٹر سے سہ فیز برقی رَو حاصل کی جا سکتی ہے۔

سنکرونس جنریٹر میں پیدا شدہ برقی دباؤ برق انگیز رَو اور روٹر کی رفتار پر منحصر ہوتا ہے۔ مطلوبہ فریکوینسی بھی روٹر کی رفتار پر منحصر ہوتی ہے۔ اس لیے برقی دباؤ کو برق انگیز رَو کے ذریعے کم و بیش کیا جاتا ہے۔ برق انگیز رَو کو بہت زیادہ بڑھانے سے سیر شدہ حالت پہنچ جاتی ہے (شکل 313/1)۔

313/2 : آلٹرنیٹر کا زاویۂ لوڈ

313/1 : برق انگیز رَو کے تفاعل کے طور پر مستقل رفتار پر آلٹرنیٹر کا امالی برقی دباؤ

روٹر کو جتنی تیزی سے چلایا جائے، یہ اتنی ہی زیادہ طاقت فراہم کرتا ہے۔ مستقل فریکوینسی والے سرکٹ میں لوڈ بڑھنے پر روٹر کی رفتار تو نہیں بدلتی، البتہ گردشی مقناطیسی میدان اور روٹر کی گردش کے درمیان تفاوتِ فیز پیدا ہو جاتا ہے، جسے زاویۂ لوڈ کہتے ہیں۔ گردشی مقناطیسی میدان روٹر کی تعقیب میں ہوتا ہے۔

> متجاوز برق انگیزش (over excitation) کی صورت میں سنکرونس جنریٹر بطور کپیسیٹر اور کم برق انگیزش کی صورت میں بطور امالیّت عمل کرتا ہے۔

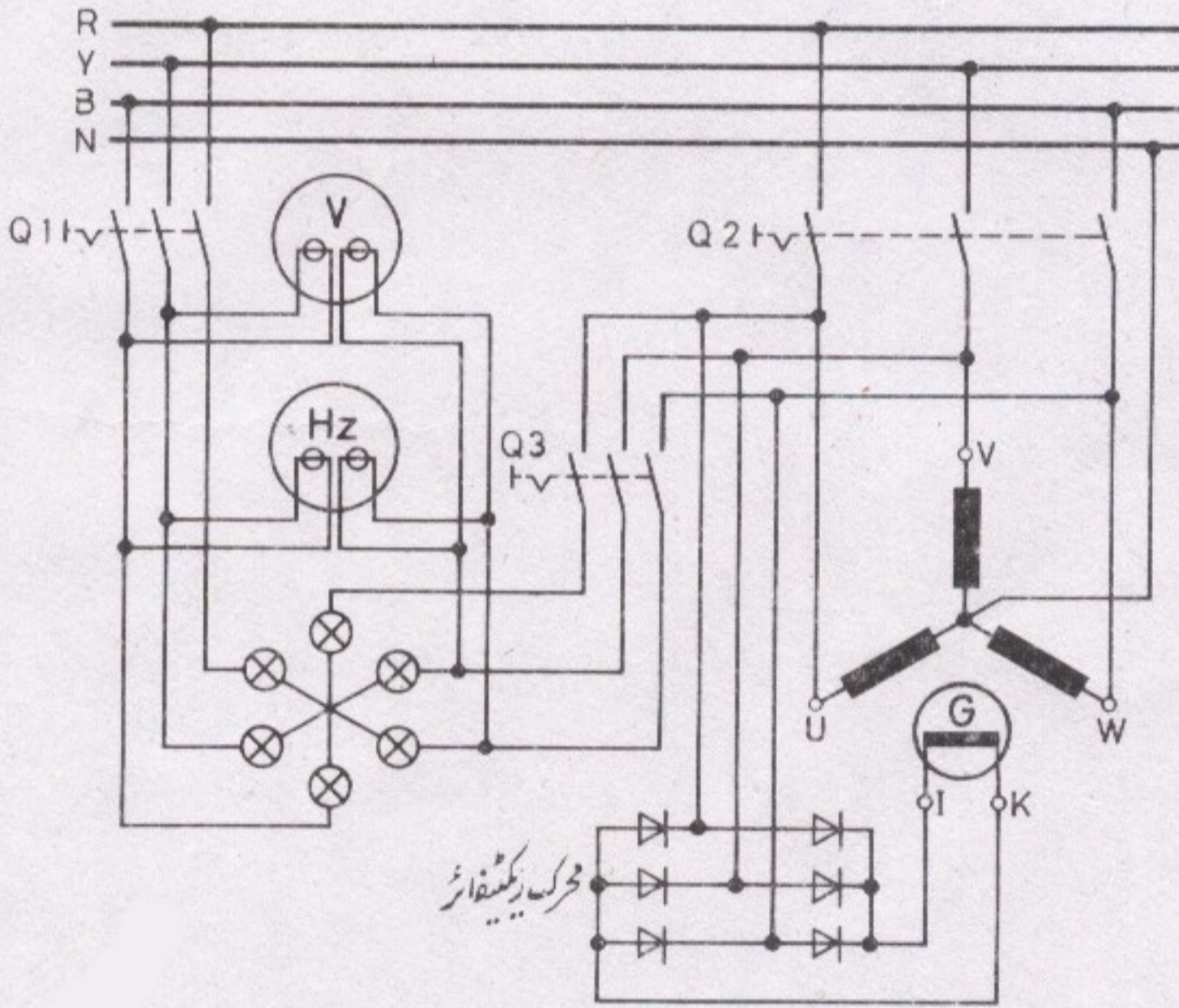
314 آلٹرنیٹر کا متوازی عمل (Parallel operation of alternators)

اگر دو آلٹرنیٹروں سے حاصل کردہ برقی دباؤ کی لمحی قیمتیں مستقل طور پر یکساں رہیں تو انہیں آپس میں متوازی ترتیب میں لگایا جا سکتا ہے۔ اس لیے ان کے فیزوں کی ترتیب فیز کی حالت، فریکوینسی اور برقی دباؤ کی مؤثر قیمت یکساں ہونی چاہیے۔

فریکوینسی اور برقی دباؤ کی یکسانیت کی پیمائش علی الترتیب فریکوینسی میٹر اور وولٹ میٹر کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔ فیزوں کی یکسانیت کی پڑتال تین لیمپوں کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔ اس مقصد کے لیے تاریک لیمپوں کا طریقہ یا روشن لیمپوں کا طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔

تاریک لیمپوں کے طریقے میں لیمپ کے دونوں سروں کو ایک ہی موصل کے ساتھ لگایا جاتا ہے اور فیز ایک جیسے ہونے کی صورت میں تینوں بلب تاریک ہوجاتے ہیں۔

روشن لیمپوں کے طریقے میں لیمپ کے دونوں سروں کو مختلف بیرونی موصلوں کے ساتھ لگایا جاتا ہے جب دونوں آلٹرنیٹروں کے فیز ایک جیسے ہوں تو یہ اپنی پوری روشنی سے روشن ہوجاتے ہیں۔

گردشی سرکٹ (شکل 314/1) میں جب فیز ایک جیسے نہ ہوں تو ایسا معلوم ہوتا ہے کہ ایک روشن نمایندہ گردش کر رہا ہے۔ جب فیز ایک جیسے ہوں تو یہ نمایندہ ساکن ہوجاتا ہے۔ اس لمحہ پر دونوں آلٹرنیٹروں کو سوئچ کی مدد سے متوازی ترتیب میں جوڑا جاتا ہے۔ اس عمل کو سنکرونائزیشن کہتے ہیں۔

314/1 : محرک جنریٹر کے بغیر آلٹرنیٹر کو گردشی سرکٹ کی مدد سے سنکرونائز کرنے کا سادہ طریقہ

4 سہ فیز ایسنکرونس یا انڈکشن موٹر (Three Phase Asynchronous Motor)

41 کام کرنے کا اصول (Working principle)

ایسنکرونس یا انڈکشن موٹر بالعموم اور کیج روٹر ایسنکرونس موٹر بالخصوص تمام دوسری موٹروں کے مقابلہ میں سادہ، سستی اور عملی طور پر بہتر ہوتی ہیں، اس لیے یہ برقی ڈرائیو کے لیے کثرت سے استعمال کی جاتی ہیں۔ سٹیٹر وائینڈنگ میں سے گزرنے والی سہ فیز آلٹرنیٹنگ برقی رَو کے باعث پیدا شدہ گردشی متناطیسی میدان کے زیرِ اثر روٹر وائینڈنگ میں امالیتی برقی رَو گزرتی ہے۔ روٹر کی امالیتی برقی رَو کے متناطیسی میدان اور گردشی متناطیسی میدان کے باہمی تعامل سے روٹر پر ایک ٹارک پیدا ہوتا ہے جو کہ روٹر کی گردش کا باعث بنتا ہے۔ اس اصول کے تحت بنائی گئی موٹروں کو امالیتی موٹر (انڈکشن موٹر) کہتے ہیں۔

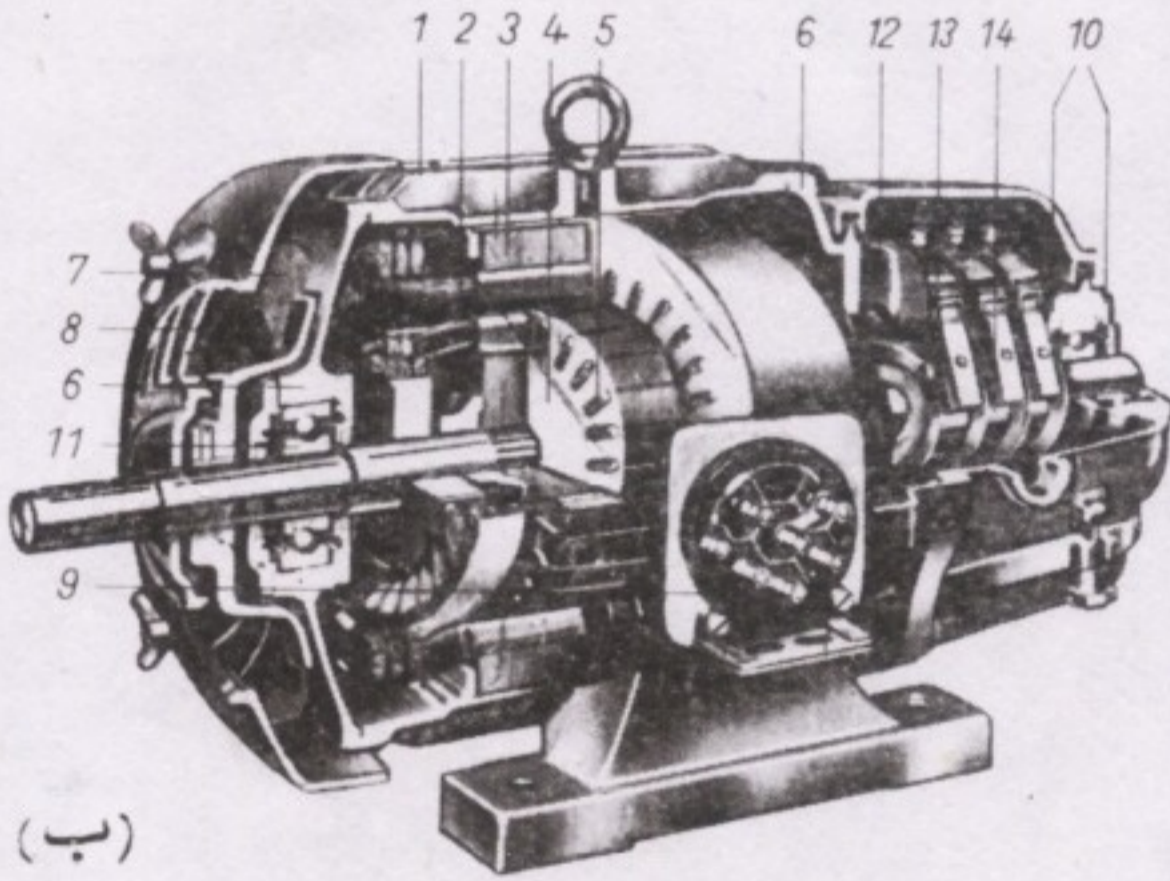
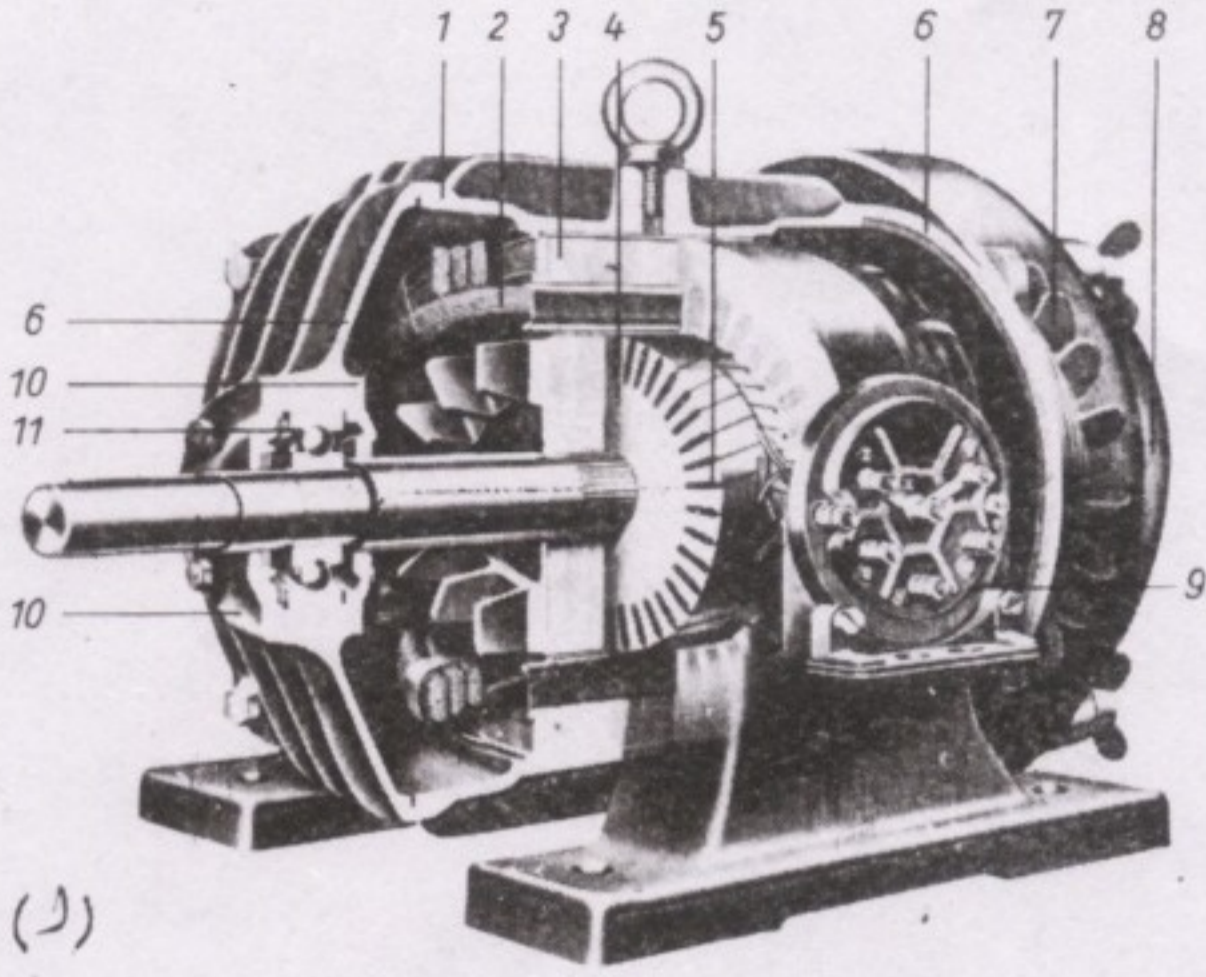
411 ساخت (Construction)

انڈکشن موٹر کی دو اقسام ہوتی ہیں، سکوئرل کیج انڈکشن موٹر اور سلپ رنگ انڈکشن موٹر۔ روٹر کے علاوہ دونوں موٹروں کی ساخت ایک جیسی ہوتی ہے۔ ایسنکرونس موٹر کے مختلف حصوں کی تقریح شکل 411/1 (ا) اور (ب) کی مدد سے کی گئی ہے۔

سٹیٹر: یہ خول (1) اور دو بیرنگ ہولڈر (6) پر مشتمل ہوتا ہے۔ خول ڈھلی ہوئی لوہے (کاسٹ آئرن) یا ویلڈ شدہ فولادی حصوں سے بنایا جاتا ہے۔ اندرونی تبریدی نظام (internal cooling system) والی موٹر کا خول ہموار ہوتا ہے جبکہ سطحی خنکی نظام کی صورت میں خول کے گرد اُبھرے ہوئے پترے (fins) بنائے جاتے ہیں۔ خول کے اندرونی طرف پرت دار متناطیسی کور (3) ہوتا ہے جس کی جھریوں میں سٹیٹر وائینڈنگ (2) لپیٹی جاتی ہے۔ سٹیٹر وائینڈنگ کو جھریوں میں ڈالنے سے پیدا شدہ متناطیسی نفاذ صرف لوہے کے اندر ہی رہتا ہے۔ البتہ اسے سٹیٹر اور روٹر کے درمیانی ہوائی شگاف (0.2 ملی میٹر سے 1 ملی میٹر) کو عبور کرنا پڑتا ہے۔ خول کے اوپر ٹرمینل بکس (9) اور نیم پلیٹ بھی لگی ہوتی ہے۔

روٹر: پرت دار سٹیل کور کی صورت میں روٹر (4) شافٹ پر نصب ہوتا ہے۔ روٹر کی جھریوں میں ایلومینیم یا تانبے کی سلاخیں (5) ڈالی جاتی ہیں جن کے سروں کو آپس میں پنجرے کی شکل میں ملا دیا جاتا ہے (شکل 411/1-ا)۔ سلپ رنگ ایسنکرونس موٹر کی صورت میں روٹر کی جھریوں میں سہ فیز سٹار وائینڈنگ (5) ہوتی ہے (شکل 411/1-ب)۔ ان کے سرے سلپ رنگ کے ساتھ جوڑ دیے جاتے ہیں۔ سلپ رنگ کو مَس کرتے ہوئے کاربن برشوں کے ذریعہ وائینڈنگ کو سٹارٹر کے ساتھ جوڑا جا سکتا ہے یا شارٹ سرکٹ کیا جا سکتا ہے۔

شکل 411/1 میں دکھائی گئی دونوں موٹریں مکمل طور پر ڈھکی ہوئی ہیں۔ اس لیے ان کو ٹھنڈا رکھنے کے لیے موٹر کی شافٹ پر باہر کی طرف پنکھا (7) لگا ہوتا ہے۔

بیرنگ: موٹر کی شافٹ کے بیرنگ (11) جو کہ عام طور پر رولر یا بال بیرنگ ہوتے ہیں، کور شیٹ (6) میں لگائے جاتے ہیں۔ کام کی نوعیت کے مطابق بیرنگ کی گریس 6 سے 24 ماہ کے وقفے کے بعد تبدیل کرنی چاہیے۔ 50 کلو واٹ تک کی موٹروں کی صورت میں چکناہٹ کا نظام دیرپا ہوتا ہے۔

411/1 : سطحی خنکی نظام والی مکمل طور پر ڈھکی ہوئی سہ فیز ایسنکرونس موٹر

(ا) سکوئرل کیج ایسنکرونس موٹر

(ب) سلپ رنگ ایسنکرونس موٹر

1 - خول اور تبریدی پترے   2 - سٹیٹر وائینڈنگ   3 - سٹیٹر

4 - روٹر   5 - روٹر وائینڈنگ   6 - بیرنگ ہولڈر

7 - پنکھا   8 - پنکھے کی ٹوپی   9 - ٹرمینل بکس

10 - بیرنگ کا ڈھکنا   11 - بیرنگ   12 - بُرش ہولڈر

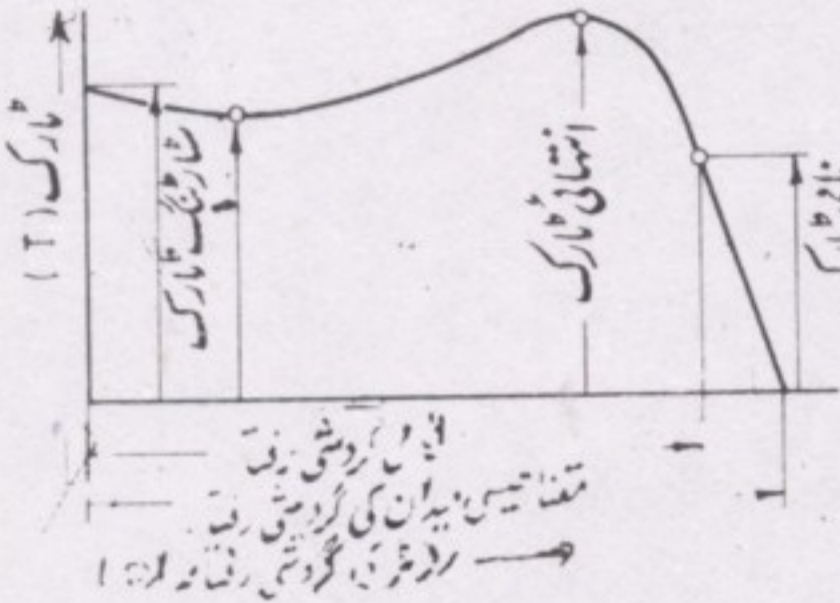
13 - کاربن برش   14 - سلپ رنگ

42 عملی خصوصیات (Operating characteristics)

421 سٹارٹنگ برقی رَو (Starting current)

جب موٹر کو چلایا جاتا ہے تو اُسی لمحے موٹر میں گزرنے والی برقی رَو موٹر کی نامی برقی رَو سے زیادہ ہوتی ہے۔ اس ابتدائی برقی رَو کو سٹارٹنگ برقی رَو کہتے ہیں۔ روٹر کی ساخت کے مطابق براہِ راست سٹارٹنگ کے دوران اس کی قیمت نامی برقی رَو کا تقریباً 4 سے 7 گنا ہوتی ہے۔ سرکٹ کے برقی دباؤ کی کمی و بیشی سے احتراز کے لیے سٹارٹنگ برقی رَو کو ہمیشہ کم رکھنے کی کوشش کی جاتی ہے۔

جب الیسنکرونس موٹر کو چلایا جاتا ہے تو موٹر میں سے فوری طور پر گزرنے والی ابتدائی برقی رَو موٹر کی نامی برقی رَو کا تقریباً 5 گنا ہوتی ہے۔

422/1 : الیسنکرونس موٹر کے ٹارک کا منحنی مخصوص

422 ٹارک (Torque)

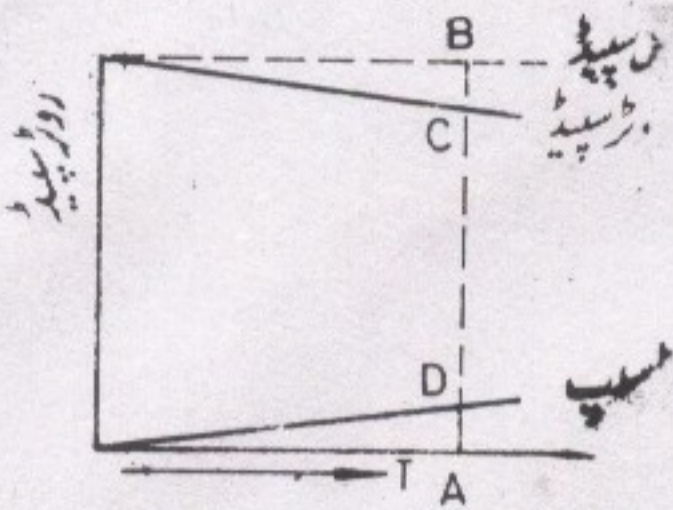
الیسنکرونس موٹر کے ٹارک کی منحنی شکل 422/1 میں دکھائی گئی ہے۔ موٹر چلاتے وقت پیدا ہونے والے ابتدائی ٹارک کو سٹارٹنگ ٹارک کہتے ہیں۔ سٹارٹنگ ٹارک موٹر کے نامی ٹارک کا 1 سے تین گنا ہوتا ہے۔ جب موٹر کی گردشی رفتار زیادہ ہوتی جاتی ہے تو ٹارک کم ہوتا جاتا ہے۔ حتّٰی کہ یہ انتہائی کم قیمت پر پہنچ جاتا ہے۔ الیسنکرونس موٹر سے چلائی جانے والی مشین کا ٹارک اِس کم از کم ٹارک سے کم ہونا چاہیے۔ وگرنہ موٹر اور مشین کی رفتار اس کم از کم ٹارک سے متعلقہ رفتار سے بڑھنے نہیں پاتی۔ اسے موٹر کا رینگنا (crawling) کہتے ہیں۔

نامی رفتار پر پہنچنے سے پہلے ٹارک اپنی انتہائی قیمت پر پہنچ جاتا ہے۔ یہ انتہائی ٹارک لمحی متجاوز لوڈ کے لیے بہت اہم ہوتا ہے۔ متجاوز لوڈ کی صورت میں نامی برقی رَو سے 1.5 گنا برقی رَو موٹر میں سے 2 منٹ تک گزاری جانی چاہیے تاکہ موٹر میں متجاوز حرارت پیدا نہ ہو۔

422/2 : کور کے بغیر پنجرہ روٹر

موٹر کو حالتِ سکون سے یقینی طور پر چلانے کے لیے روٹر کی چھڑیاں ٹیڑھی رکھی جاتی ہیں (شکل 422/2)

423 گردشی رفتار اور سلپ (Speed and slip)

جب روٹر کی گردشی رفتار زیادہ ہوجاتی ہے تو گردشی مقناطیسی میدان کی روٹر وائینڈنگ کے لحاظ سے اضافی رفتار کم ہو جاتی ہے جس کے باعث روٹر وائینڈنگ میں پیدا شدہ امالی برقی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ اگر روٹر کی رفتار سنکرولس سپیڈ کے برابر ہوجائے تو روٹر گردشی مقناطیسی میدان کے لحاظ سے ساکن ہو جائے گا۔ اس صورت میں روٹر میں امالی برقی دباؤ پیدا نہیں ہوتا اور روٹر وائینڈنگ میں سے کوئی برقی رَو نہیں گزرتی لہٰذا روٹر پر کوئی ٹارک پیدا نہیں ہوتا۔ اس وجہ سے روٹر کی گردشی رفتار کم ہوتی جاتی ہے۔ پیدا شدہ امالی برقی دباؤ اور برقی رَو کی قیمت زیادہ ہوتی جاتی ہے حتیٰ کہ پیدا شدہ ٹارک مطلوبہ ٹارک کے برابر ہو جاتا ہے۔

423/1 : انڈکشن موٹر کی گردشی رفتار اور سلپ کی منحنی

روٹر اور گردشی مقناطیسی میدان کے درمیان اضافی رفتار کو سلپ کہتے ہیں۔ سپیڈ۔ ٹارک کی منحنی مخصوص (شکل 423/1) کے مطابق:

$$n_s = \frac{60 \times f}{p} \qquad \boxed{s = n_s - n}$$

جبکہ 's' سلپ، 'n$_s$' سنکرولس سپیڈ اور 'n' روٹر سپیڈ ہے۔ سلپ، ٹارک کے متناسب ہوتی ہے۔ سلپ کو عام طور پر فیصد یا کسر کی صورت میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\boxed{s = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100}$$

(روٹر کی رفتار اطلاقی برقی دباؤ کی فریکوینسی، موٹر کے پولوں کی تعداد اور لوڈ پر منحصر ہوتی ہے)

کامل لوڈ پر چھوٹی موٹروں کی سلپ 6 فیصد اور بڑی موٹروں کی سلپ تقریباً 2 فیصد ہوتی ہے۔ ایسنکرولس موٹر کی رفتار یکساں رہتی ہے۔ اس موٹر کا سپیڈ کنٹرول اتنا آسان نہیں ہوتا اور یہی اس کی خامی ہے۔

مثال : 5 کلوواٹ اور 6 پول کی ایک سہ فیز ایسنکرولس موٹر کی گردشی رفتار 950 چکر فی منٹ ہے۔ اگر اطلاقی برقی دباؤ کی فریکوینسی 50 ہرٹز ہو تو گردشی مقناطیسی میدان کی سنکرولس رفتار اور موٹر کی سلپ معلوم کریں۔

معلوم :

$$n = 950 \text{ r.p.m}$$
$$p = \frac{6}{2} = 3 \; ; \; f = 50 \text{ Hz}$$

مطلوب :

$$n_s = ? \quad ; \quad s = ?$$

حل :

$$n_s = \frac{60 \times f}{p}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$n_s = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ rpm}$$
$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$s = \frac{1000 - 950}{1000} \times 100 = 5\%$$

جواب : سنکرولس سپیڈ 1000 چکر فی منٹ اور موٹر کی سلپ 5 فیصد ہے۔

43 سکوئرل کیج موٹر (Squirrel cage motor)

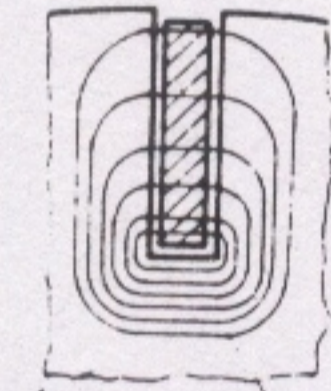
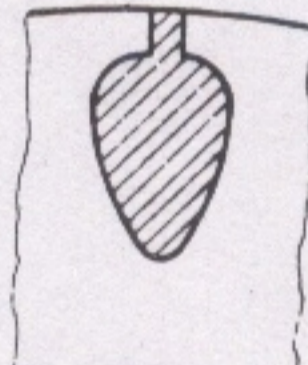
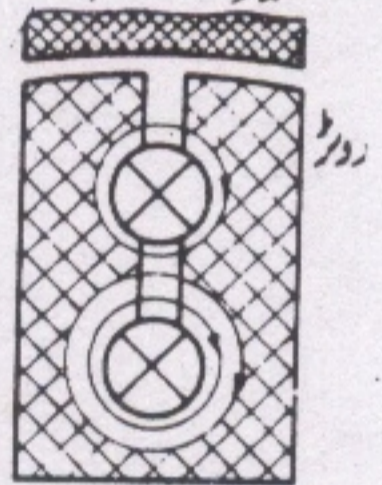
431 گول سلاخوں والا روٹر (Round bar rotor)

سادہ سکوئرل کیج روٹر کی سلاخیں گول ہوتی ہیں۔ ان کی سٹارٹنگ برقی رو نامی برقی رو کا 8 سے 10 گنا ہوتی ہے۔ ان کا سٹارٹنگ ٹارک نامی ٹارک سے نصف ہوتا ہے۔ چونکہ ان موٹروں کی سٹارٹنگ برقی رو بہت زیادہ ہوتی ہے، اس لیے عام طور پر 2.2 کلوواٹ سے زیادہ طاقت کی موٹر کو براہِ راست سپلائی سرکٹ سے نہیں لگانا چاہیے ۔

گول سلاخوں کی سکوئرل کیج موٹر کی سٹارٹنگ برقی رو زیادہ
اور سٹارٹنگ ٹارک کم ہوتا ہے۔

432 دوہری سکوئرل کیج وائینڈنگ والا روٹر (Double squirrel cage winding rotor)

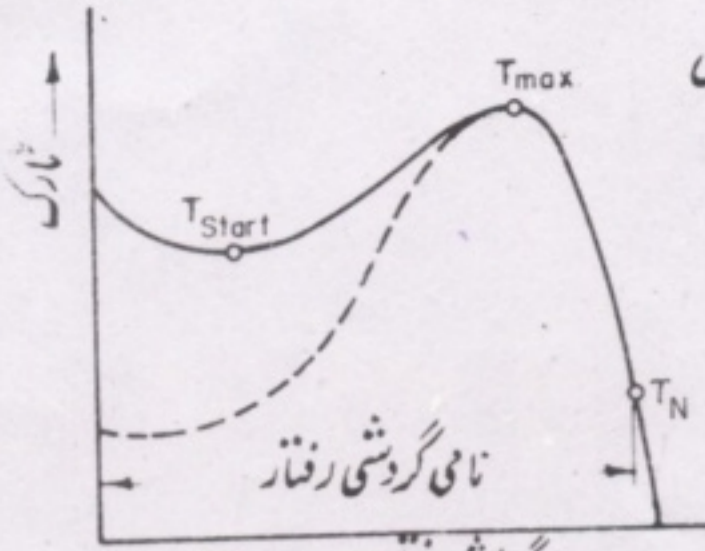
سٹارٹنگ برقی رو کم اور سٹارٹنگ ٹارک بڑھانے کے لیے دوہری سکوئرل کیج وائینڈنگ کا روٹر (شکل 432/1) استعمال کیا جاتا ہے۔ اس قسم کے روٹر کی ہر جھری میں دو سلاخیں ڈالی جاتی ہیں۔ سٹارٹنگ کے وقت روٹر کی مزاحمت زیادہ اور بعد میں کم ہو جاتی ہے جس کی وجہ سے سٹارٹنگ برقی رو کم اور سٹارٹنگ ٹارک زیادہ ہو جاتا ہے ۔

جب موٹر چلتی ہے تو روٹر کی سلاخوں میں سے آلٹرنیٹنگ برقی رو گزرتی ہے۔ یہ برقی رو ہر سلاخ کے گرد ایک مقناطیسی میدان پیدا کرتی ہے (شکل 432/1) جو کہ متعلقہ سلاخوں میں امالی برقی دباؤ پیدا کرنے کا باعث بنتے ہیں۔ کلیۂ لینز کی رو سے اس برقی دباؤ کی سمت ایسی ہوتی ہے کہ یہ اطلاقی برقی دباؤ اور برقی رو کو کم کر دیتا ہے۔ نچلی سلاخ کے گرد مقناطیسی نفاذ زیادہ ہوتا ہے اس لیے اس میں پیدا شدہ امالی برقی دباؤ بھی اوپر والی سلاخ کی نسبت زیادہ ہوتا ہے۔ لہٰذا نچلی سلاخ کی مؤثر مزاحمت بھی

432/2 : روٹر کی جھریوں کی مختلف صورتیں

432/1 : دوہری سکوئرل کیج وائینڈنگ

زیادہ ہوگی۔ مستطیل نما سلاخ استعمال کر کے بھی یہی اثر پیدا کیا جا سکتا ہے (شکل 432/2)۔ جب موٹر کی رفتار زیادہ ہو جاتی ہے تو سلپ فریکوئنسی کم ہونے کی وجہ سے نچلی سلاخ میں پیدا شدہ برقی دباؤ بھی کم ہو جاتا ہے، اس لیے برقی رو دونوں سلاخوں میں تقریباً یکساں طور پر گزرتی ہے اور موٹر کا طریق کار عام موٹر کی طرح ہوتا ہے۔

دوہری سکوئرل کیج وائینڈنگ کی موٹر کا سٹارٹنگ ٹارک زیادہ ہوتا ہے (شکل 432/3) لیکن یہ ٹارک حاصل کرنے کے لیے جھریاں بڑی رکھنی پڑتی ہیں جس کی وجہ سے مقناطیسی راستے کا ہوائی شگاف زیادہ بڑا ہو جاتا ہے۔

432/3 : سکوئرل کیج موٹر کی سپیڈ۔ ٹارک کی منحنی

جو اختلالی مقناطیسی میدان کے اضافہ کا باعث بنتا ہے۔ اس لیے ان موٹروں کا جزء طاقت اور استعداد کم ہوتی ہے۔

دوہری سکوئرل کیج وائینڈنگ کی موٹر کی سٹارٹنگ برقی رَو (نامی برقی رَو کا 4 سے 8 گنا) کم اور سٹارٹنگ ٹارک زیادہ (نامی ٹارک کا 1.5 سے 3 گنا) ہوتا ہے۔

1 کلوواٹ سے زیادہ طاقت کی موٹر میں عام طور پر دوہری سکوئرل کیج وائینڈنگ کا روٹر استعمال کیا جاتا ہے۔ 5.5 کلوواٹ تک کی دوہری سکوئرل کیج وائینڈنگ والی موٹر کو براہِ راست سپلائی سرکٹ کے ساتھ لگایا جاسکتا ہے۔

یہ موٹریں سلپ رنگ موٹر سے ہلکی اور سستی ہوتی ہیں۔ ان کی دیکھ بھال بھی کم کرنی پڑتی ہے۔ علاوہ ازیں ریڈیو میں خلل اندازی پیدا نہیں کرتیں۔ اوزاروں، کرینوں اور زرعی مشینوں میں یہ بکثرت استعمال کی جاتی ہیں۔

44 سلپ رنگ موٹر (Slip-ring motor)

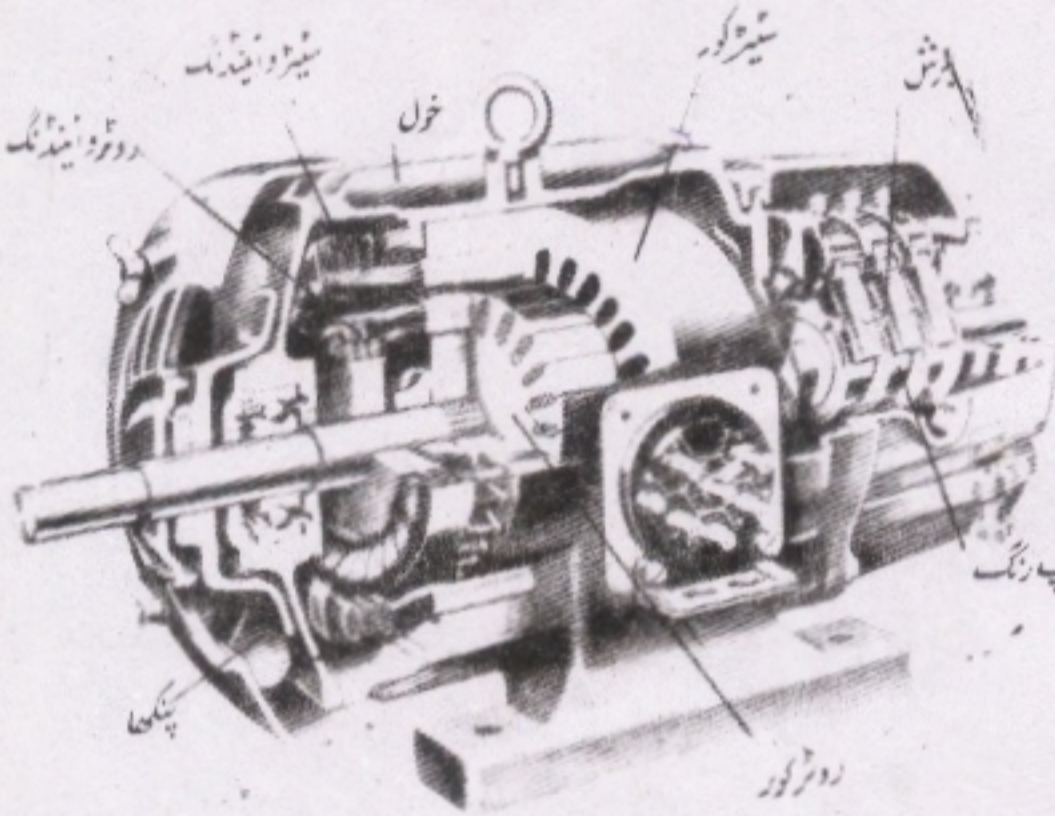
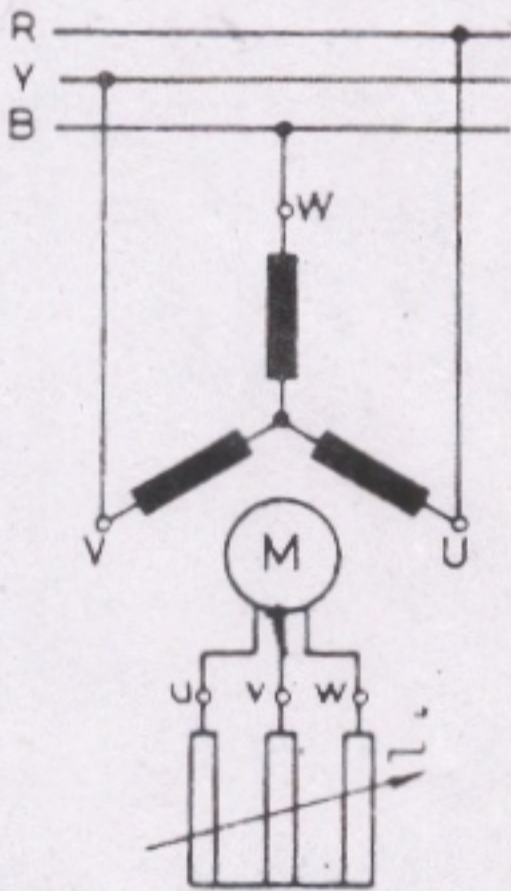
441 کام کرنے کا اصول (Working Principle)

جیساکہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے (باب 411) سلپ رنگ موٹر کے روٹر کی جھریوں میں سہ فیز وائنڈنگ کی ہوتی ہے ۔ جن کا ایک ایک سرا سلپ رنگ کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے۔ (شکل 441/1) ۔

441/1 : سلپ رنگ موٹر

ساکن حالت میں سٹیٹر اور روٹر مجموعی طور پر ایک ٹرانسفارمر کی طرح عمل کرتے ہیں۔ سٹیٹر کا گردشی مقناطیسی میدان روٹر وائنڈنگ میں امالی برقی دباؤ پیدا کرتا ہے۔ جب روٹر وائنڈنگ کے ٹرمینل آپس میں ملے (شارٹ) ہوں تو روٹر وائنڈنگ میں سے برقی رَو گزرنے لگتی ہے۔ سٹیٹر کے گردشی مقناطیسی میدان اور روٹر برقی رَو کے باہمی تعامل سے روٹر پر ٹارک پیدا ہوتا ہے۔

ساکن حالت میں روٹر میں پیداشدہ امالی برقی دباؤ کی فریکوینسی اطلاقی برقی دباؤ کی فریکوینسی کے برابر ہوتی ہے۔ کلیۂ لینز کی رُو سے اس برقی دباؤ کی وجہ سے روٹر وائنڈنگ میں سے گزرنے والی برقی رَو کی سمت ایسی ہوتی ہے کہ یہ اطلاقی برقی دباؤ کی وجہ سے بہنے والی برقی رَو کی مخالفت کرتی ہے۔ اس کے زیرِ اثر روٹر مقناطیسی میدان کی سمت میں گردش کرنے لگتا ہے اور سٹیٹر کے گردشی مقناطیسی میدان کی روٹر وائنڈنگ کو قطع کرنے کی رفتار کم ہوتی جاتی ہے، اس لیے:

441/3 سلپ رنگ موٹر مع سٹارٹر

MANUFACTURER	
Type DA 80	
3-ø MOTOR	No. 6080
Δ 380 V	187 A
100 kW	cos φ 0,89
14[illegible] rpm.	50 Hz
ROTOR Y 245 V	248 A
Isol-Cl E · I P 23	0,7 t
VDE 0530/1.69	

441/2 : سلپ رنگ موٹر کی نیم پلیٹ

روٹر کی گردشی رفتار زیادہ ہونے سے انڈکشن موٹر کے روٹر میں پیداشدہ امالی برقی دباؤ کی مقدار اور فریکوینسی کم ہوجاتی ہے۔

اگر 'f_r' روٹر کے برقی دباؤ کی فریکوینسی، 'f' سٹیٹر پر اطلاقی برقی دباؤ کی فریکوینسی، 'n' روٹر کی گردشی رفتار (چکر فی منٹ) اور 'n_s' گردشی متناطیسی میدان کی سنکرونس سپیڈ ہو تو

$$f_r = f - \frac{f \times n}{n_s}$$

شارٹ سرکٹ کی گئی روٹر وائینڈنگ میں سٹارٹنگ برقی رُو زیادہ ہوتی ہے، اس لیے سٹارٹنگ کے دوران روٹر سرکٹ کی مزاحمت سٹارٹر کے ذریعہ بڑھادی جاتی ہے (شکل 441/3)۔ جب موٹر چلنے لگتی ہے تو سٹارٹر مزاحمت کو بتدریج سرکٹ سے نکال لیا جاتا ہے۔

روٹر میں پیداشدہ امالی برقی دباؤ روٹر کی گردش کا باعث ہوتا ہے۔ چونکہ امالی برقی دباؤ روٹر اور گردشی متناطیسی میدان کے درمیان اضافی گردش کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے اس لیے روٹر کی رفتار گردشی متناطیسی میدان کی رفتار سے ہمیشہ کم ہوتی ہے۔ اگر دونوں کے درمیان اضافی گردش نہ ہو تو امالی برقی دباؤ پیدا نہیں ہوتا۔ چونکہ روٹر سنکرونس متناطیسی میدان کے ہم آہنگ نہیں ہوتا اس لیے انڈکشن موٹر کو ایسنکرونس (غیر ہم آہنگ) موٹر بھی کہتے ہیں۔

ایسنکرونس موٹر کی سٹیٹر وائینڈنگ میں سے گزرنے والی سہ فیز برقی رُو ایک متناطیسی میدان پیدا کرتی ہے جو کہ روٹر وائینڈنگ میں امالی برقی دباؤ پیدا کرنے کا باعث ہوتا ہے۔ اگر روٹر وائینڈنگ شارٹ کی گئی ہو تو امالی برقی دباؤ کی وجہ سے روٹر وائینڈنگ میں ایک برقی رُو بہتی ہے۔ اس برقی رُو سے پیداشدہ روٹر کے متناطیسی میدان اور سٹیٹر کے متناطیسی میدان کے باہمی تعامل سے روٹر پر ٹارک پیدا ہوتا ہے۔

بیرونی روٹر کی موٹریں بھی اسی اصول پر عمل کرتی ہیں۔ ان موٹروں کا سٹیٹر اندر کی طرف ہوتا ہے اور خول گھومتا ہے۔

سٹیٹر کے متناطیسی میدان کا محور

روٹر کے متناطیسی میدان کا محور

سٹیٹر کے متناطیسی میدان کی گردشی سمت

روٹر کے متناطیسی میدان کی گردشی سمت

441/4: سٹیٹر کے متناطیسی میدان اور روٹر کے متناطیسی میدان کا باہمی تعامل

کئی اندرونی روٹر کی موٹروں کی ایک قسم ایسی ہوتی ہے جس میں برقی دباؤ کا اطلاق روٹر پر بذریعہ سلپ رِنگ کیا جاتا ہے اور سٹیٹر وائینڈنگ کو شارٹ سرکٹ کردیا جاتا ہے۔ روٹر میں سے گزرنے والی برقی رُو کی وجہ سے پیداشدہ گردشی متناطیسی میدان سٹیٹر میں امالی برقی رُو پیدا کرتا ہے۔ اس امالی برقی رُو کے ساتھ بھی ایک متناطیسی میدان وابستہ ہوتا ہے۔ بکلیۂ لینز کی رُو سے روٹر اپنے ہی گردشی متناطیسی میدان کی مخالف سمت میں گردش کرنے لگتا ہے۔

442 عملی خصوصیات (Operating characteristics)

تجربہ : سلپ رنگ انڈکشن موٹر کے روٹر ٹرمینل کو آپس میں ملائیں اور سٹیٹر کو تغیر پذیر ٹرانسفارمر کے ذریعے برقی دباؤ فراہم کریں۔ سٹیٹر سرکٹ میں ایک ایم میٹر بھی لگائیں۔ ٹرانسفارمر کے ذریعہ برقی دباؤ کو بتدریج بڑھائیں۔

جب برقی رَو ایک خاص قیمت پر پہنچتی ہے تو روٹر گردش کرنا شروع کر دیتا ہے۔

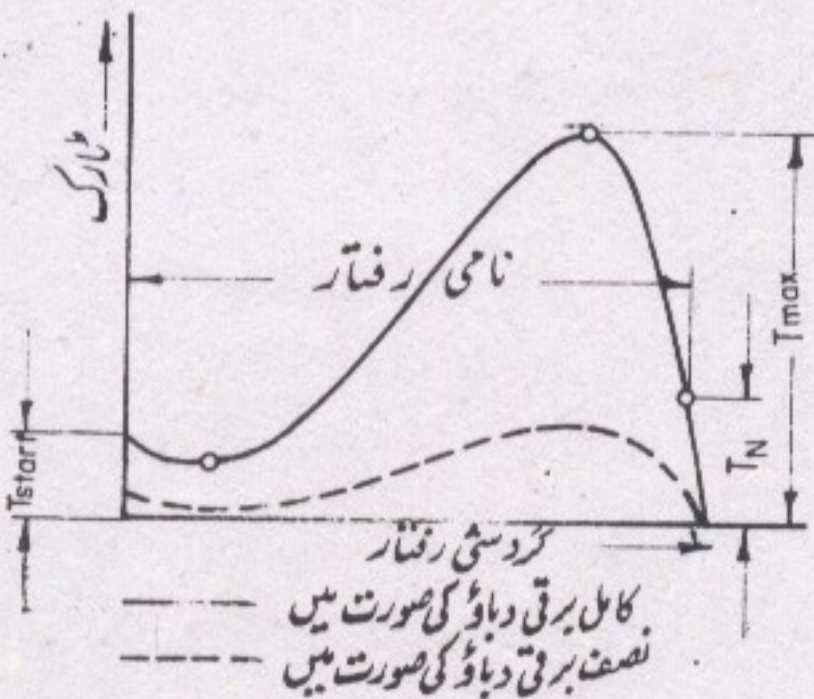
مذکورہ بالا تجربہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ انڈکشن موٹر کا ٹارک روٹر اور سٹیٹر کے گردشی مقناطیسی میدانوں کے نفاذ پر منحصر ہوتا ہے جبکہ مقناطیسی نفاذ برقی رَو پر منحصر ہوتا ہے۔

جب روٹر ٹرمینل کو آپس میں ملا دیا جاتا ہے تو روٹر سرکٹ، روٹر وائینڈنگ کی تعاملیتی مزاحمت اور قلیل اومی مزاحمت پر مشتمل ہوتا ہے جس کی وجہ سے امالی برقی دباؤ اور برقی رَو کے درمیان تقریباً 90 درجے کا تفاوتِ فیز ہوتا ہے۔ اس طرح سٹیٹر اور روٹر کے گردشی مقناطیسی میدان کے مشابہ پول ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں اور ان پر کم مقدار کا ایک ٹارک پیدا ہوتا ہے۔

تجربہ : مذکورہ بالا تجربہ میں برقی دباؤ کم کریں اور روٹر کو ہاتھ سے گھما دیں۔ روٹر بڑھتی ہوئی رفتار سے گھومنا شروع کر دے گا۔

جب روٹر کو سمتِ گردش میں ہاتھ سے گھمایا جاتا ہے تو روٹر کی برقی رَو کی فریکوینسی کم ہو جاتی ہے جس کی وجہ سے روٹر وائینڈنگ کی تعاملیتی مزاحمت $(X_L = 2\pi fL)$ بھی کم ہو جاتی ہے جبکہ تار کی اومی مزاحمت میں کوئی تبدیلی نہیں آتی۔ روٹر کے برقی دباؤ اور برقی رَو کے درمیان تفاوتِ فیز کم ہو جاتا ہے۔ روٹر اور سٹیٹر کے مقناطیسی میدان کے قطبوں کی ناموزوں حالت بہتر ہو جاتی ہے اور ان کے درمیان پیدا شدہ ٹارک زیادہ ہو جاتا ہے۔

> روٹر کے برقی دباؤ اور برقی رَو کے درمیان تفاوتِ فیز
> جتنا کم ہوتا ہے پیدا شدہ ٹارک اُتنا ہی زیادہ ہوتا ہے۔

روٹر کی گردشی رفتار بڑھنے سے روٹر میں پیدا شدہ امالی برقی دباؤ کم ہو جاتا ہے جس کی وجہ سے روٹر کی برقی رَو اور حاصل ٹارک بھی کم ہو جاتا ہے۔ جب تفاوتِ فیز کی کمی کا اثر برقی دباؤ کی کمی کے اثر پر غالب ہوتا ہے تو ٹارک بڑھنا شروع کر دیتا ہے اور جب پیدا شدہ امالی برقی دباؤ کی کمی کا اثر تفاوتِ فیز کی کمی کے اثر پر غالب ہوتا ہے تو ٹارک کم ہو جاتا ہے (شکل 442/1)۔

ساکن حالت میں روٹر میں پیدا شدہ ٹارک ابتدائی ٹارک یا سٹارٹنگ ٹارک کہلاتا ہے۔ نامی رفتار پر چلنے والے روٹر پر پیدا شدہ ٹارک کو نامی ٹارک کہتے ہیں۔ انتہائی پیدا شدہ ٹارک نامی ٹارک کے 1.6 گنا سے زیادہ ہونا چاہیے۔

عام طور پر سلپ رنگ انڈکشن موٹر کا انتہائی ٹارک اس سے زیادہ ہوتا ہے۔ کئی ایک موٹروں میں موٹر چلنے کے کچھ دیر بعد ٹارک بھی کم ہو جاتا ہے۔

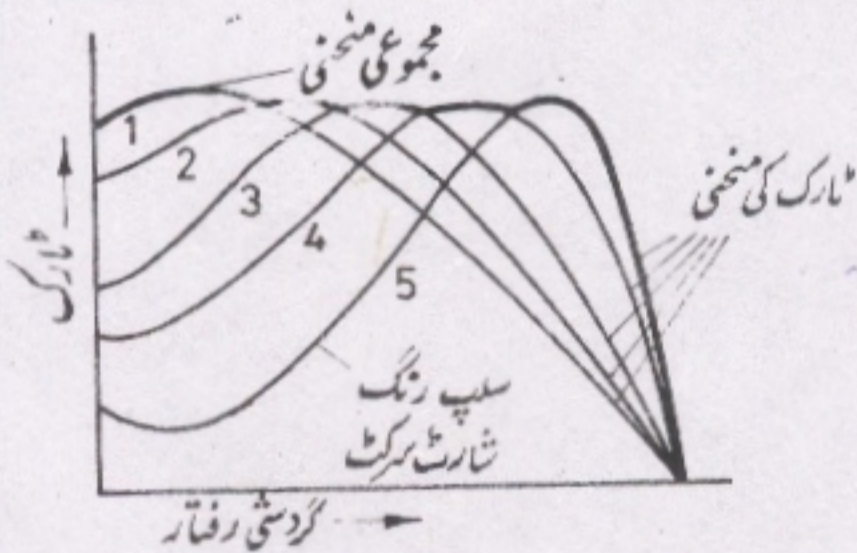
442/1 : شارٹ سرکٹ شدہ سلپ رنگ روٹر والی انڈکشن موٹر کے ٹارک کی منحنی مخصوص

روٹر سرکٹ میں سٹارٹر لگانے سے کم برقی رَو پر زیادہ سٹارٹنگ ٹارک پیدا کیا جا سکتا ہے۔ سٹارٹر اومی مزاحمت پر مشتمل ہوتا ہے۔ جب سٹارٹر روٹر سرکٹ میں لگایا جاتا ہے تو اس کی اومی مزاحمت کی وجہ سے روٹر کے برقی دباؤ اور برقی رَو کے درمیان تفاوتِ فیز کم ہو جاتا ہے جس کے باعث کم گردشی رفتار پر زیادہ ٹارک پیدا ہوتا ہے۔ جب گردشی رفتار زیادہ ہو جاتی ہے تو روٹر کی برقی رَو کم ہونے لگتی ہے اور ٹارک کی منحنیٔ مخصوص ہموار ہو جاتی ہے (شکل 442/2)۔ موٹر چلانے کے بعد اگر سٹارٹر کی مزاحمت کو بتدریج کم کرتے جائیں تو سلپ رِنگ موٹر کا حاصل ٹارک تقریباً یکساں رہتا ہے (شکل 442/2 موٹے خط سے دکھائی گئی منحنیٔ مخصوص)۔

> کم سٹارٹنگ برقی رَو کے باوجود سلپ رنگ انڈکشن موٹر کا سٹارٹنگ ٹارک زیادہ ہوتا ہے۔

سلپ رنگ انڈکشن موٹر میں روٹر کی برقی رَو کاربن برشوں میں سے بھی گزرتی ہے جس کی وجہ سے طاقت کا ضیاع پیدا ہوتا ہے۔ علاوہ ازیں سلپ رنگ اور برش کے درمیان مشتعل رگڑ کی وجہ سے فرکی ضیاع (friction losses) بھی پیدا ہوتا ہے۔ 20 کلوواٹ سے زیادہ طاقت کی موٹروں میں ایسا میکانی نظام استعمال کیا جاتا ہے جو کہ روٹر کی سبک روی کے بعد سلپ رِنگوں کو ایک پن کے ذریعے شارٹ کر دیتا ہے اور برشوں کو اُٹھا لیتا ہے۔

ٹارٹر کے استعمال کی یہ خامی ہوتی ہے کہ اس میں برقی طاقت کا حراری ضیاع پیدا ہوتا ہے۔ کوائل سٹارٹر مزاحمت کے طور پر موزوں نہیں ہوتے ہیں، کیونکہ اِن کی وجہ سے روٹر کے امالی برقی دباؤ اور برقی رَو کے درمیان تفاوتِ فیز بڑھ جاتا ہے اور سٹارٹنگ ٹارک کم ہو جاتا ہے۔

سکوئرل کیج انڈکشن موٹر کی طرح سلپ رِنگ انڈکشن موٹر میں بھی سٹیٹر کے گردشی مقناطیسی میدان اور روٹر کی گردش کے درمیان سلپ موجود ہوتا ہے۔ زیادہ سلپ پر زیادہ ٹارک حاصل ہوتا ہے۔ نامی گردشی رفتار پر نامی سلپ 3 سے 8 فیصد ہوتی ہے۔ روٹر سرکٹ میں مزاحمت لگانے سے سلپ بڑھ جاتی ہے۔ سٹارٹر کی مدد سے سلپ رنگ موٹر کی رفتار کو بہت کم تبدیل کیا جا سکتا ہے۔

استعمال: سلپ رنگ موٹر واٹر ورکس کے پمپ، پتھر کُوٹنے کی مشین اور دوسری بڑی بڑی مشینوں کو چلانے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ چونکہ اس قسم کی موٹروں کا سٹارٹنگ ٹارک زیادہ ہوتا ہے، اس لیے انہیں ایسی مشینوں کو چلانے کے لیے بھی استعمال کیا جاتا ہے جن پر بہت زیادہ ابتدائی وزن ہو مثلاً کرین وغیرہ۔

442/2: مختلف سٹارٹر مزاحمت کی سلپ رنگ موٹر کے ٹارک کی منحنیٔ مخصوص۔

45 موٹر چلانے کے مختلف طریقے (Different methods of starting)

سوئچ کی مدد سے موٹر کو براہِ راست برقی سپلائی سے جوڑا جاسکتا ہے۔ اس صورت میں موٹر سرکٹ میں گزرنے والی ابتدائی یا سٹارٹنگ برقی رَو بہت زیادہ ہوتی ہے۔ سٹارٹر کی مدد سے موٹر کو بتدریج نامی رفتار پر لایا جاتا ہے۔ اس صورت میں سٹارٹنگ برقی رَو نسبتاً کم ہوتی ہے۔ برقی توانائی کے پبلک سپلائی سسٹم سے بہت زیادہ برقی رَو حاصل نہیں کی جاسکتی۔ کیونکہ اس طرح برقی دباؤ کم ہوجاتا ہے۔ موٹر کو چلانے کے لیے جدول 45/1 میں دی گئی شرائط کو مدِنظر رکھنا چاہیے۔

45/1 : سٹارٹنگ کے مختلف طریقوں سے سپلائی مینز پر لگائی جاسکنے والی موٹروں کی انتہائی نامی طاقت

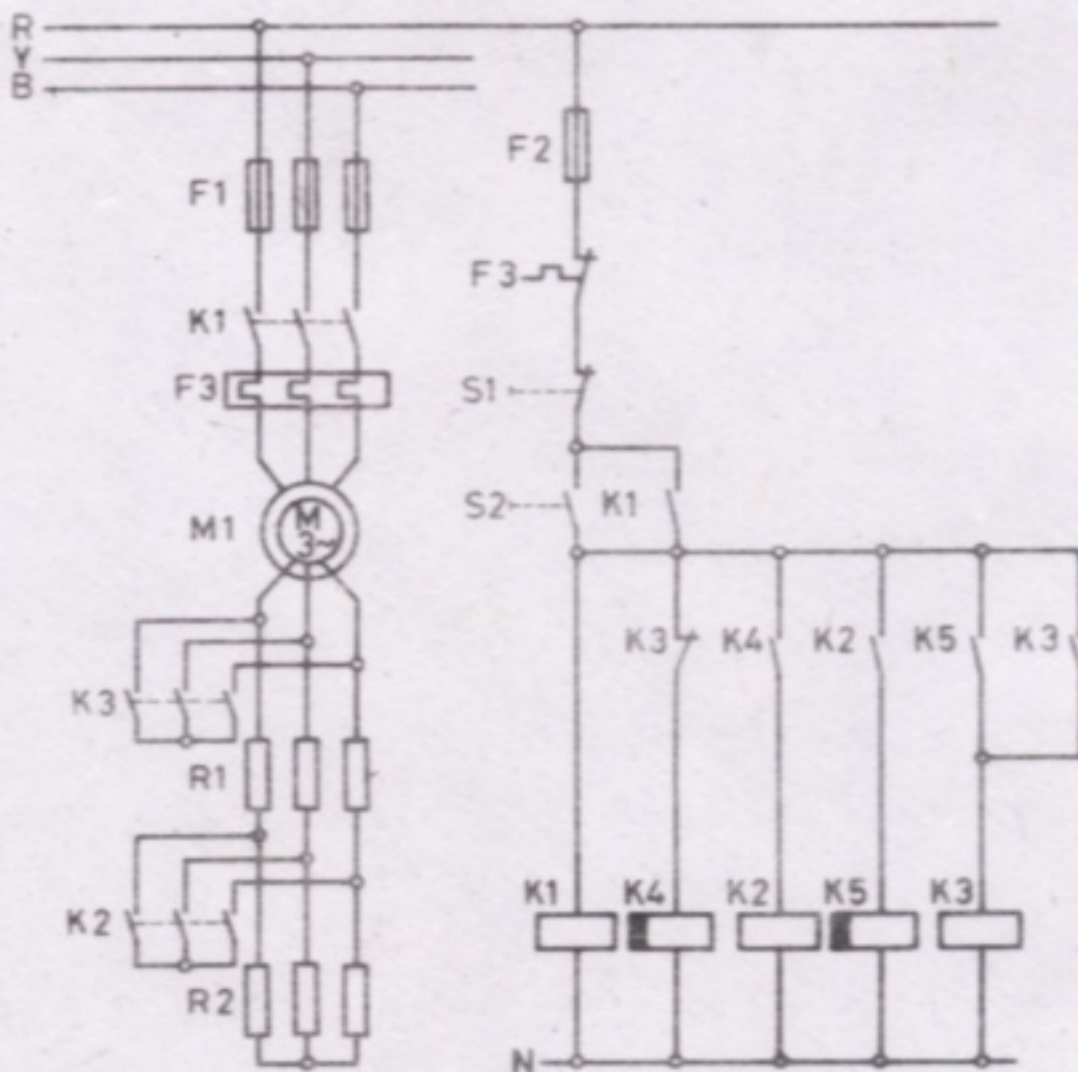
سٹارٹنگ کا طریقہ اور موٹر کی قسم	برقی دباؤ	نامی طاقت کلوواٹ میں
براہِ راست سٹارٹنگ		
اے سی سنگل فیز موٹر	220 وولٹ	1.1 کلوواٹ تک
سہ فیز سکوئرل کیج موٹر	380 وولٹ	5.5 کلوواٹ تک
سٹار - ڈیلٹا سٹارٹنگ سہ فیز سکوئرل کیج موٹر	380 وولٹ	11 کلوواٹ تک
سٹارٹر کی مدد سے (سلپ رنگ روٹر، سٹیٹر سٹارٹر، سٹارٹر ٹرانسفارمر)	380 وولٹ	15 کلوواٹ تک

صنعتی اداروں کے اپنے ٹرانسفارمر کی وساطت سے چلنے والی موٹریں ان شرائط سے مستثناء ہیں۔

451 سلپ رنگ موٹر کے لیے سٹارٹر (Starter for slipring motor)

سلپ رنگ انڈکشن موٹر کے سٹارٹر دستی یا خودکار ہوسکتے ہیں (شکل 451/1)۔

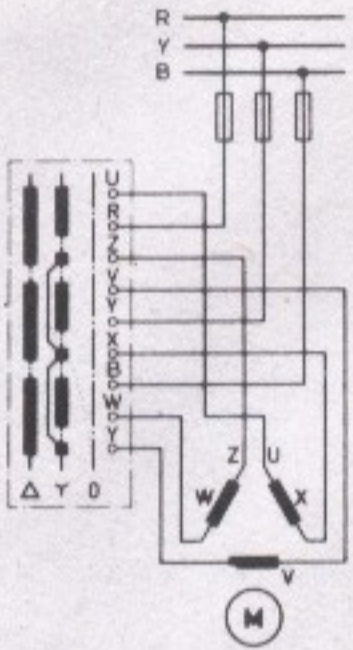
خودکار سٹارٹر کی ایک قسم مائع دخانی سٹارٹر ہوتی ہے۔ اس میں ایک الیکٹرولائٹ سٹارٹر مزاحم کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ سٹارٹنگ کے دوران یہ الیکٹرولائٹ گرم ہوجاتا ہے اور اس کی مزاحمت خودبخود کم ہوجاتی ہے۔ سٹارٹنگ کے بعد ایک حفاظتی سوئچ سلپ رنگ کو شارٹ سرکٹ کردیتا ہے۔

چونکہ روٹر میں سے گزرنے والی برقی رَو بہت زیادہ ہوتی ہے اس لیے سٹارٹر کے واصل موصل کی لمبائی کم اور عمودی تراش کا رقبہ مناسب ہونا چاہیے۔ روٹر برقی رَو، سٹیٹر برقی رَو سے زیادہ ہونے کی وجہ سے سٹارٹر کے واصل موصل کی عمودی تراش کا رقبہ عام طور پر موٹر کے واصل موصل کی عمودی تراش کے رقبہ سے زیادہ ہوتا ہے۔

451/1 : سلپ رنگ انڈکشن موٹر کی خودکار سٹارٹنگ کے لیے حفاظتی سرکٹ

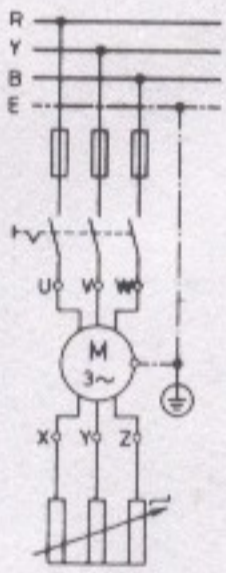
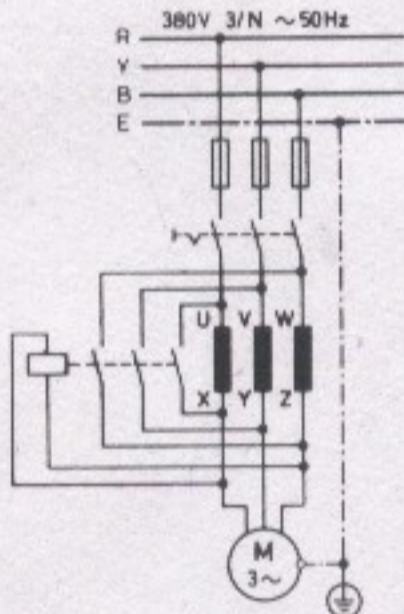
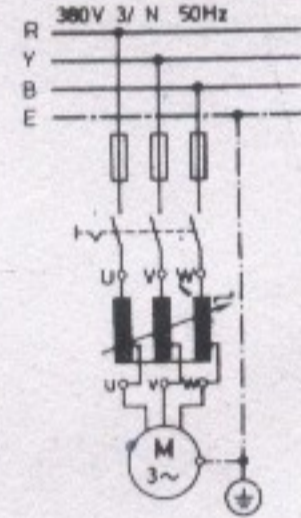
452 سکوئرل کیج انڈکشن موٹر کے لیے سٹارٹر (Starter for squirrel cage induction motor)

سکوئرل کیج انڈکشن موٹر کو چلانے کے تمام طریقوں میں سٹیٹر وائینڈنگ پر اطلاقی برقی دباؤ کو کم کر دیا جاتا ہے۔ اس لیے سٹارٹنگ کے وقت وائینڈنگ میں سے نسبتاً کم برقی رَو گزرتی ہے اور موٹر کا سٹارٹنگ ٹارک برقی دباؤ کے مربع کی نسبت سے کم ہو جاتا ہے (شکل 442/1) اس لیے یہ موٹر بلند یا بہت زیادہ ابتدائی لوڈ کے لیے موزوں نہیں ہوتی۔

452/1 : سٹار۔ ڈیلٹا سوئچ

سٹیٹر وائینڈنگ پر اطلاقی برقی دباؤ کم کرنے سے برقی رَو میں کمی متناسب اور طاقت اور ٹارک میں کمی مربع کی نسبت سے ہوتی ہے۔

سٹار۔ ڈیلٹا سٹارٹنگ ۔ سٹارٹنگ کے اس طریقے میں سٹار۔ ڈیلٹا سوئچ کے ذریعے سٹارٹنگ کے وقت سٹیٹر وائینڈنگ سٹار کنکشن میں لگائی جاتی ہے اور سبک روی کی حالت میں ڈیلٹا کنکشن میں (شکل 452/1)۔ سٹار کنکشن کی صورت میں فیز برقی دباؤ ڈیلٹا کنکشن کے فیز برقی دباؤ سے کم ہوتا ہے، اس لیے اگر موٹر کو سٹار کنکشن میں سٹارٹ کیا جائے تو سٹارٹنگ برقی رَو کم ہو گی۔

سٹار۔ ڈیلٹا سوئچ صرف ایسی موٹروں کے ساتھ استعمال کرنا موزوں ہوتا ہے جن کا فیز برقی دباؤ سپلائی مینز کے برقی دباؤ (400 وولٹ) کے برابر ہوتا ہے۔ ایسی موٹروں کی نیم پلیٹ پر 400 △ درج ہوتا ہے۔

سٹار کنکشن میں موٹر پر نامی طاقت کے ایک تہائی سے زیادہ لوڈ نہیں ڈالنا چاہیے۔

452/2 : سٹار پوائنٹ سٹارٹر

452/3 : سٹارٹنگ کوائل کا سرکٹ

452/4 : آٹو ٹرانسفارمر کا سٹارٹنگ سرکٹ

اگر موٹر پر سٹار کنکشن میں کامل لوڈ ڈال دیا جائے تو موٹر کا لوڈ متجاوز ہو جاتا ہے اور موٹر کی وائینڈنگ جل جاتی ہے۔ سٹار ڈیلٹا حفاظتی سوئچ میں سٹار کنکشن خودکار ٹائم ریلے کے ذریعے ڈیلٹا کنکشن میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

سٹیٹر سٹارٹر بنیادی طور پر سکوئرل کیج انڈکشن موٹر کے لیے موزوں ہوتا ہے (شکل 452/2)۔ سٹارٹر میں برقی طاقت کا حراری ضیاع اس کی بڑی خامی ہے۔ اگر موٹر کو سپلائی سرکٹ کے ساتھ سٹار کنکشن میں لگانا مقصود ہو تو سٹار پوائنٹ سٹارٹر استعمال کیا جاتا ہے۔

سٹارٹنگ کوائل : سٹارٹنگ مزاحم کی جگہ سٹارٹنگ کوائل بھی استعمال کیے جا سکتے ہیں (شکل 452/3)۔ سٹارٹنگ کے بعد برقی رَو کم ہو جاتی ہے اس لیے کوائل پر برقی دباؤ کا ضیاع بھی کم ہو جائے گا جب روٹر مناسب رفتار حاصل کر لیتا ہے تو ایک حفاظتی سوئچ ان کوائل کو شارٹ سرکٹ کر دیتا ہے۔

تغیّر پذیر سٹارٹنگ ٹرانسفارمر کی مدد سے بھی سٹیٹر کو تخفیف شدہ برقی دباؤ فراہم کیا جا سکتا ہے (شکل 452/4)۔ سٹارٹنگ کے بعد ٹرانسفارمر کو شارٹ سرکٹ کر دیا جاتا ہے اور موٹر کا رابطہ براہِ راست سپلائی سرکٹ سے کر دیا جاتا ہے۔

46 انڈکشن موٹر کا سپیڈ کنٹرول (Speed control of induction motor)

مندرجہ ذیل مختلف طریقوں سے انڈکشن موٹر کی رفتار میں کمی وبیشی کی جاسکتی ہے :

1 - روٹر سٹارٹر کے ذریعہ سلپ تبدیل کرنے سے (یہ طریقہ صرف سلپ رنگ موٹر کے لیے استعمال ہوتا ہے)۔

2 - سٹیٹر وائینڈنگ کے گردشی مقناطیسی میدان کے قطبین کی تعداد بدلنے سے۔

3 - فریکوینسی کنورٹر (frequency converter) کے ذریعے اطلاقی برقی دباؤ کی فریکوینسی بدلنے سے۔

461 سلپ کی تبدیلی کے ذریعے سپیڈ کنٹرول (Speed control by slip changing)

یہ طریقہ صرف سلپ رنگ انڈکشن موٹر میں استعمال کیا جاتا ہے۔ روٹر سرکٹ میں سٹارٹر کی مزاحمت تبدیل کرنے سے سلپ میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ اس صورت میں سٹارٹر کی مزاحمت کا کچھ حصّہ روٹر سرکٹ میں ہی رہتا ہے۔ روٹر سرکٹ کی مزاحمت جتنی زیادہ ہوگی اس کی رفتار اُتنی ہی کم ہوگی جبکہ ٹارک میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی ہے۔ عام سٹارٹر اس مقصد کے لیے موزوں نہیں ہوتے کیونکہ ان میں مزاحمتوں کے مختلف مراحل مسلسل سرکٹ میں رہنے کے لیے ڈیزائن نہیں کیے ہوتے ہیں اور یہ غیر مباح حد تک گرم ہوجاتے ہیں۔ سپیڈ کنٹرول کے لیے استعمال کیے جانے والے سٹارٹر کے مزاحم کے تار کی عمودی تراش کا رقبہ زیادہ ہوتا ہے اور مزاحمت کے مراحل چھوٹے ہوتے ہیں۔

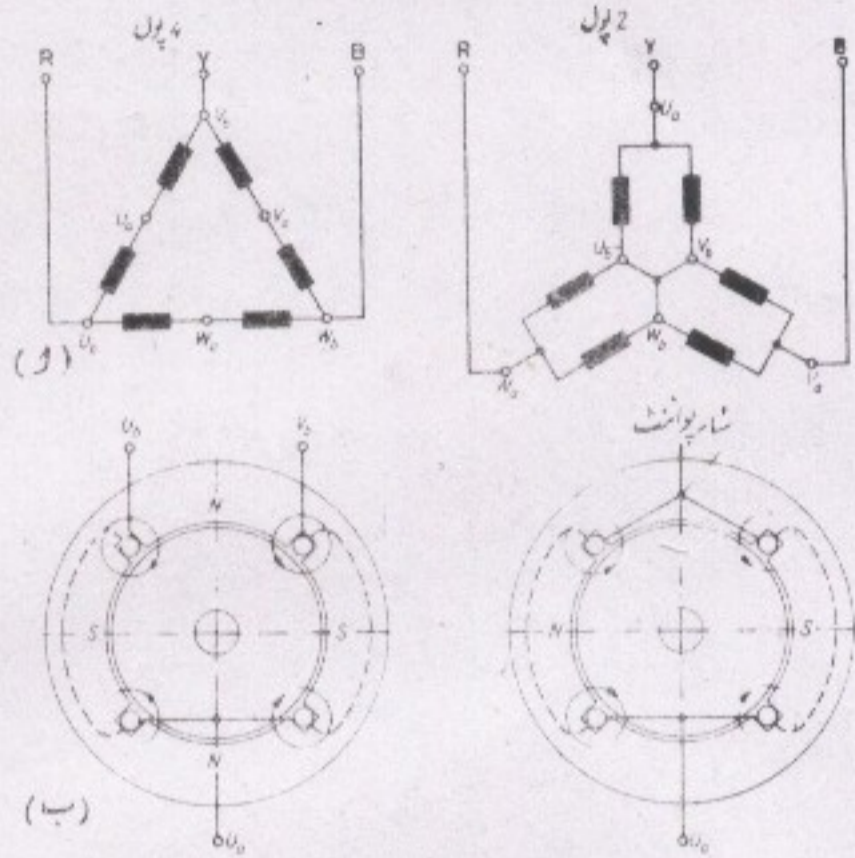
اس طریقے سے رفتار کو کم وبیش کرنے میں دو خامیاں ہوتی ہیں۔ سرکٹ میں مسلسل رہنے والی مزاحمت میں برقی طاقت کا حراری ضیاع واقع ہوتا ہے اور رفتار لوڈ پر منحصر ہوتی ہے۔ سٹارٹر کے ذریعہ منتخب کردہ رفتار لوڈ بڑھنے سے بہت کم ہوجاتی ہے۔ بغیر لوڈ کی صورت میں سٹارٹر کی مدد سے سپیڈ کو بالکل ہی کنٹرول نہیں کیا جاسکتا۔

روٹر سٹارٹر سے کنٹرول کردہ رفتار پر موٹر
کا لوڈ بہت زیادہ اثر انداز ہوتا ہے۔

462 قطبین کی تعداد تبدیل کرنا (Change of pair of poles)

سٹیٹر پر قطبین کی مختلف تعداد کے لیے دو الگ الگ وائینڈنگ ہوتی ہیں اور سوئچ کی مدد سے دونوں میں سے کسی ایک وائینڈنگ کو منتخب کیا جاسکتا ہے۔ قطبین کی تعداد کو دالندر سرکٹ (d ahlander circuit) کی مدد سے بھی تبدیل کیا جاسکتا ہے (شکل 462/1)۔ اس سرکٹ میں سٹیٹر وائینڈنگ کا ہر فیز دو حصّوں میں منقسم ہوتا ہے۔ سوئچ کی مدد سے ہر فیز کے دو کوائل دوسرے فیز کے کوائل کے ہم سلسلہ (ڈیلٹا) یا متوازی ترتیب (ڈبل سٹار) میں لگائے جاسکتے ہیں۔ ڈبل سٹار سرکٹ کی صورت میں قطبین کی تعداد ڈیلٹا سرکٹ سے دُگنی ہوتی ہے۔ شکل 462/1 میں دکھائی گئی کوائلوں کی ترتیب میں پولوں کی تعداد چار یا دو ہے۔ شکل 463/2 میں قطبین کی تعداد تبدیل کرنے والے سوئچ اور موٹر کا مکمل سرکٹ دکھایا گیا ہے۔ گردشی سمت کو ایک ہی رکھنے کے لیے دو ٹرمینل تبدیل کیے جانے چاہییں مثلاً 'R' کو 'Wa' کے ساتھ اور 'B' کو 'Ua' کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔

اس طریقہ کی مدد سے صرف دو گردشی رفتاریں حاصل کی جاسکتی ہیں جن کی آپس میں 2 : 1 کی نسبت ہوتی ہے۔ گردشی رفتار کو بتدریج تبدیل نہیں کیا جاسکتا۔

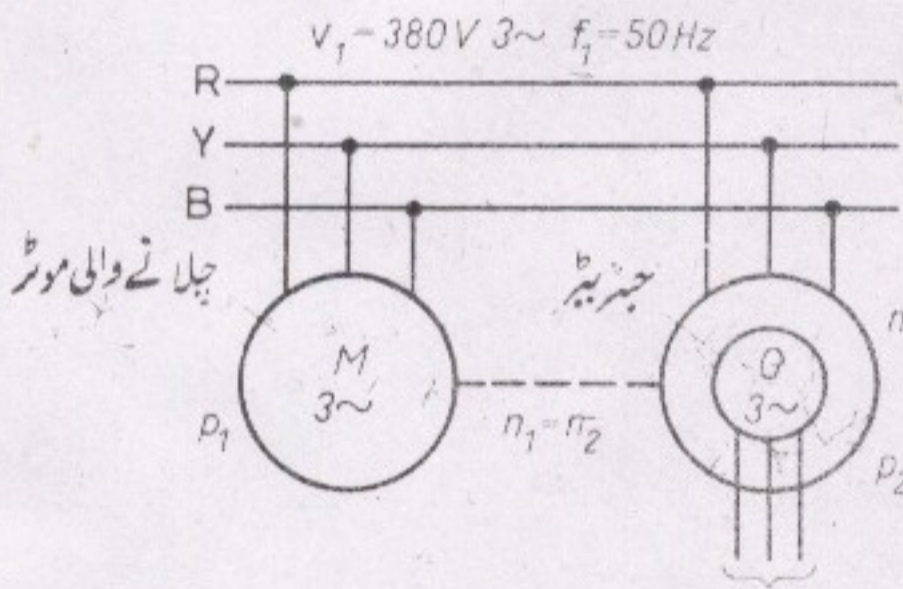
قطبین کی تعداد تبدیل کرنے سے انڈکشن موٹر کی رفتار کو بتدریج تبدیل نہیں کیا جاسکتا بلکہ دو یا چار مختلف رفتاریں حاصل کی جاسکتی ہیں۔

462/1: ڈالنڈر سرکٹ (ا) دو اور چار پولوں کے لیے سٹیٹر وائنڈنگ کا سرکٹ (ب) ایک فیز کی ترکیب

463 تبدیلیٔ فریکوینسی کی مدد سے سپیڈ کنٹرول (Speed control by frequency changing)

یہ طریقہ صرف 3000 چکر فی منٹ کی رفتار سے زیادہ رفتار حاصل کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ اس کی مدد سے صرف ایک ہی رفتار حاصل ہوتی ہے۔ اس مقصد کے لیے استعمال ہونے والے فریکوینسی کنورٹر کا اصول شکل 463/1 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ سلپ رنگ روٹر کے ایک الیسنکرونس جنریٹر اور قائم رفتار 'n' کی چلانے والی (driving) موٹر پر مشتمل ہوتا ہے۔ جنریٹر کے سٹیٹر پر 50 ہرٹز کے سہ فیز برقی دباؤ کا اطلاق کیا جاتا ہے۔ سٹیٹر کا گردشی مقناطیسی میدان روٹر

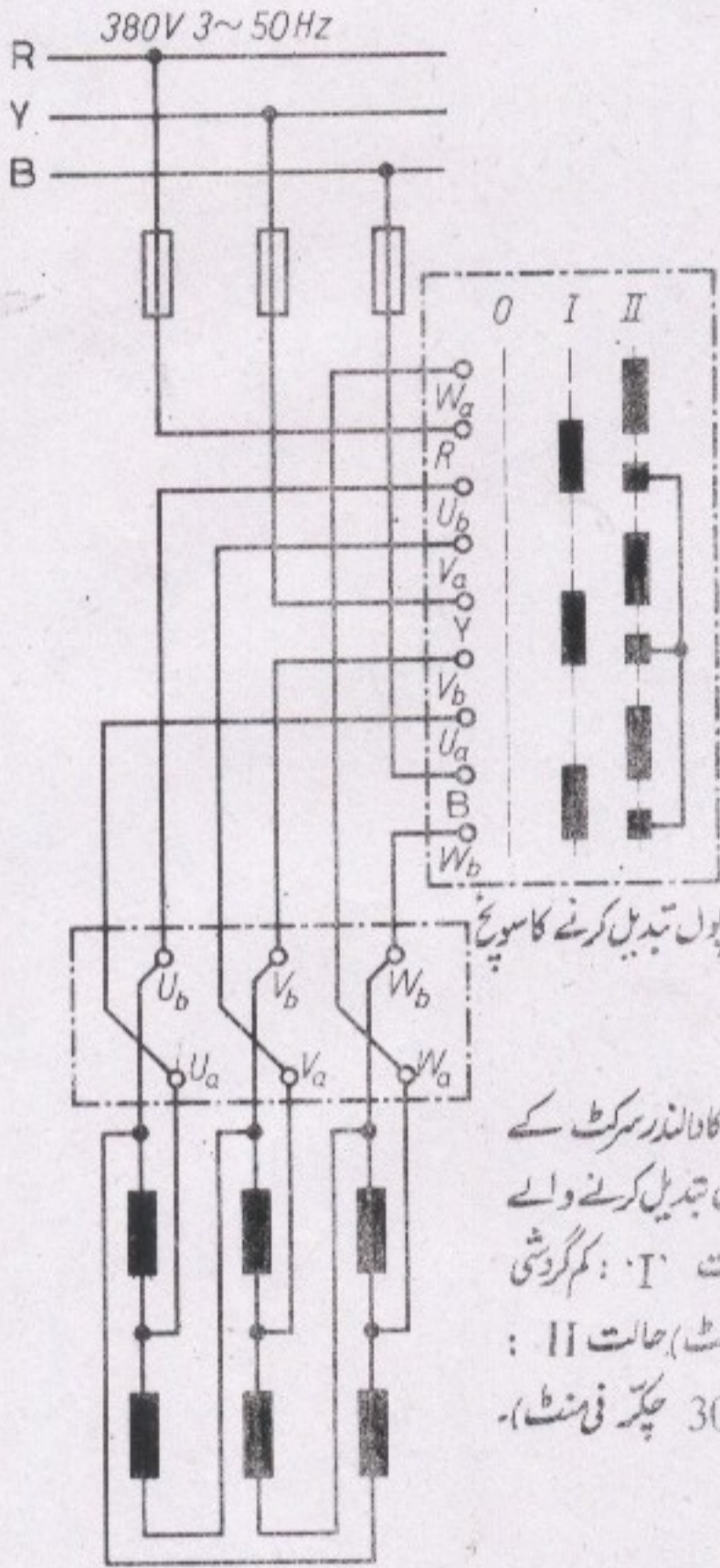
463/1 : فریکوینسی کنورٹر

وائنڈنگ میں 50 ہرٹز کا امالی برقی دباؤ پیدا کرتا ہے۔ اگر چلانے والی موٹر کے ذریعہ روٹر کو سٹیٹر کے گردشی مقناطیسی میدان کی مخالف سمت میں گھمایا جائے تو گردشی مقناطیسی میدان اور روٹر کے درمیان اضافی گردشی رفتار سنکرونس سپیڈ سے بڑھ جائے گی، اس لیے روٹر میں پیدا شدہ امالی برقی دباؤ کی فریکوینسی 'f_2' بھی 50 ہرٹز سے زیادہ ہوگی۔ مثلاً اگر چار پول کے جنریٹر کے گردشی مقناطیسی میدان کی سنکرونس سپیڈ 'n_s' 1500 چکر فی منٹ ہو اور 2 پول کی چلانے والی موٹر کی رفتار 'n_1' 3000 چکر فی منٹ ہو تو گردشی مقناطیسی میدان اور روٹر کے درمیان اضافی رفتار 'n' :

$$n = n_s + n_1 = 1500 + 3000 = 4500 \text{ r.p.m.}$$

روٹر میں پیدا شدہ برقی دباؤ کی فریکوینسی 'f₂' :

$$f_2 = \frac{n \times p_2}{60}$$

$$= \frac{4500 \times 2}{60} = 150\ Hz$$

اگر دونوں مشینوں کے قطبین کی تعداد یکساں ہو تو 'f₂' 100 ہرٹز ہوگی۔ دونوں مشینوں کے قطبین کی مختلف تعداد منتخب کرکے 200 ' 250 یا 300 ہرٹز کے فریکوینسی کنورٹر بنائے جا سکتے ہیں۔ اِن فریکوینسی پر موٹر کی حاصل کردہ رفتار 6000 سے 18000 چکّر فی منٹ تک ہو سکتی ہے۔

463/2 : سہ فیز انڈکشن موٹر کا دالندر سرکٹ کے ذریعے سپیڈ کنٹرول (ا) پول تبدیل کرنے والے ڈرم نما سوئچ کا سرکٹ پلان۔ حالت 'I' : کم گردشی رفتار (مثلاً 1500 چکّر فی منٹ) حالت II : زیادہ گردشی رفتار (مثلاً 3000 چکّر فی منٹ)۔ (ب) علامتی خاکہ

فریکوینسی کنورٹر' انڈکشن موٹر کی سپیڈ کے بتدریج کنٹرول کے لیے نہیں بلکہ 3000 چکّر فی منٹ سے زیادہ ایک خاص رفتار حاصل کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔

لکڑی کے کام میں استعمال ہونے والی تیز رفتارِ کٹاؤ کی مشینوں کو چلانے کے لیے یہ طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔ علاوہ ازیں ورکشاپ میں استعمال ہونے والی مختلف تیز رفتار مشینوں کو چلانے کے لیے بھی یہ طریقہ استعمال ہوتا ہے۔

47 سہ فیز وائینڈنگ (Three phase winding)

سہ فیز موٹروں کی وائینڈنگ عام طور پر ایک تہہ پر مشتمل ہوتی ہے۔ جھریوں کی تعداد فی فیز فی پول صحیح عدد ہوتی ہے۔ ایسی وائینڈنگ کو کامل پچ وائینڈنگ (full pitch winding) کہتے ہیں۔

مثال: ایک سٹیٹر کور میں 24 جھریاں ہیں۔ سٹیٹر پر 4 پول کی سہ فیز وائینڈنگ کی گئی ہے۔ جھریوں کی تعداد فی پول فی فیز کتنی ہے؟

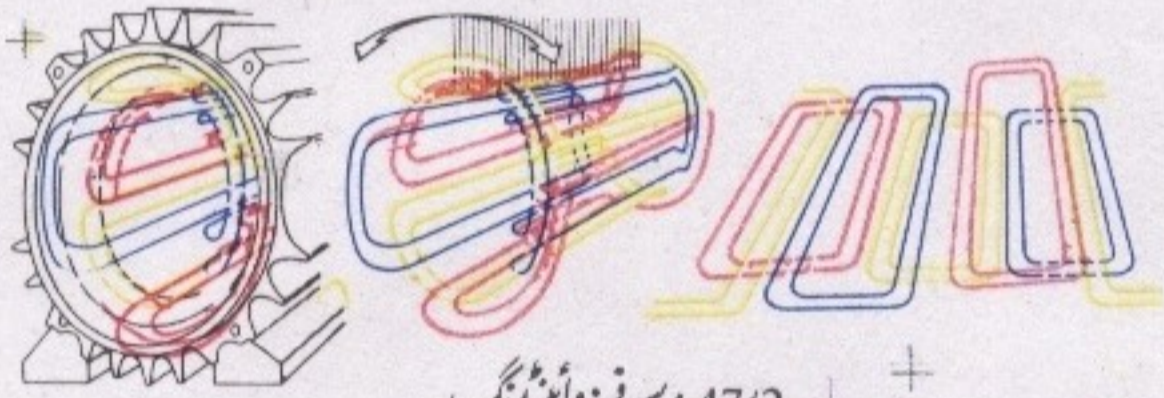
حل: جھریوں کی تعداد فی پول فی فیز = 'N'

$$N = \frac{24}{4 \times 3} = 2$$

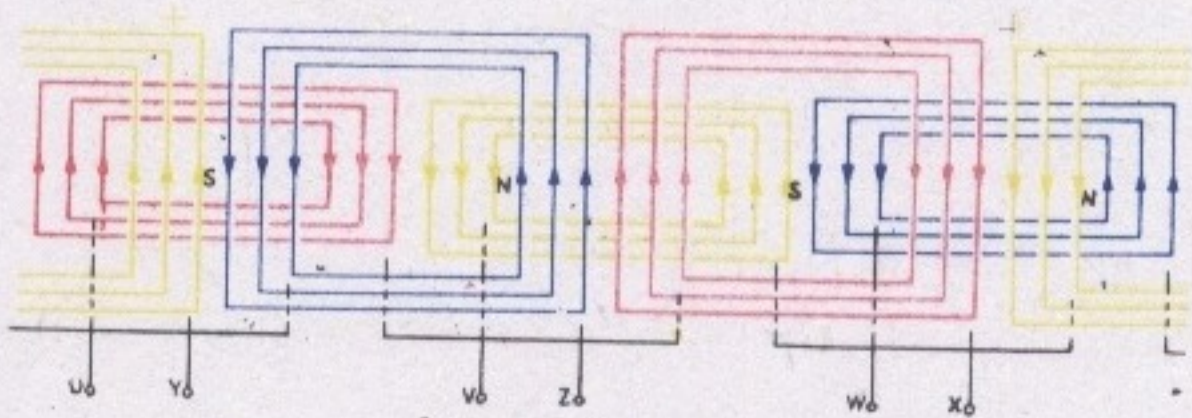
47/1 : کامل پچ وائینڈنگ

قطبوں کی تعداد	جھریوں کی تعداد					
2	6	12	18	24	30	3
4	12	24	36	48	60	72
6	18	36	54	72		
8	24	48	72			

کامل پچ وائینڈنگ بنانے کے لیے قطبوں کی مطلوبہ تعداد کے لیے جھریوں کی ایک تعداد مخصوص ہوتی ہے (جدول 47/1)۔

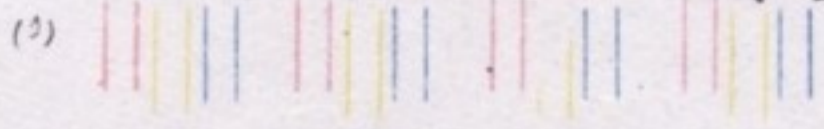
وائینڈنگ کا خاکہ ایک سطح پر بنانے سے زیادہ واضح ہوتا ہے۔ تین موصلوں کے سہ فیز سرکٹ میں دو موصلوں میں ہر

47/2 : سہ فیز وائینڈنگ

لحہ ایک ہی سمت میں یکساں برقی رَو گزرتی ہے جبکہ تیسرے موصل میں اس کی سمت متضاد ہوتی ہے اس لیے سہ فیز موٹر کی وائینڈنگ کے دو فیزوں میں برقی رَو فیز کے آغازی ٹرمینل سے اختتامی ٹرمینل کی طرف اور تیسرے فیز میں اختتامی ٹرمینل سے آغازی ٹرمینل کی طرف بہتی ہے۔ یا برقی رَو ایک فیز میں آغازی ٹرمینل سے اختتامی ٹرمینل اور بقیہ دو فیزوں میں اختتامی ٹرمینل سے آغازی ٹرمینل کی طرف بہتی ہے۔ تیروں کی مدد سے برقی رَو کی سمت ظاہر کرنے سے وائینڈنگ میں قطبوں کی حالت معلوم کی جاسکتی ہے۔

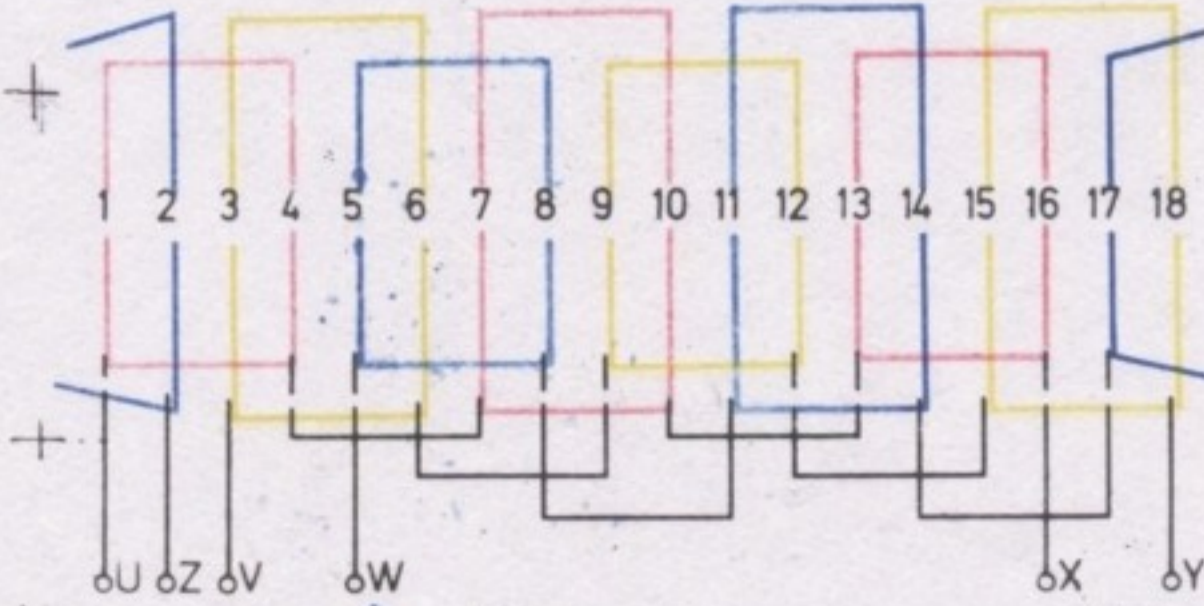
جب دو جھریوں کے موصلوں میں سے گزرنے والی برقی رَو کی سمت ایک دوسرے کے متضاد ہو تو ان جھریوں کے درمیان ایک مقناطیسی پول پیدا ہوگا۔

47/3 : سہ فیز وائینڈنگ

قطبوں کے جوڑوں کی تعداد = 2

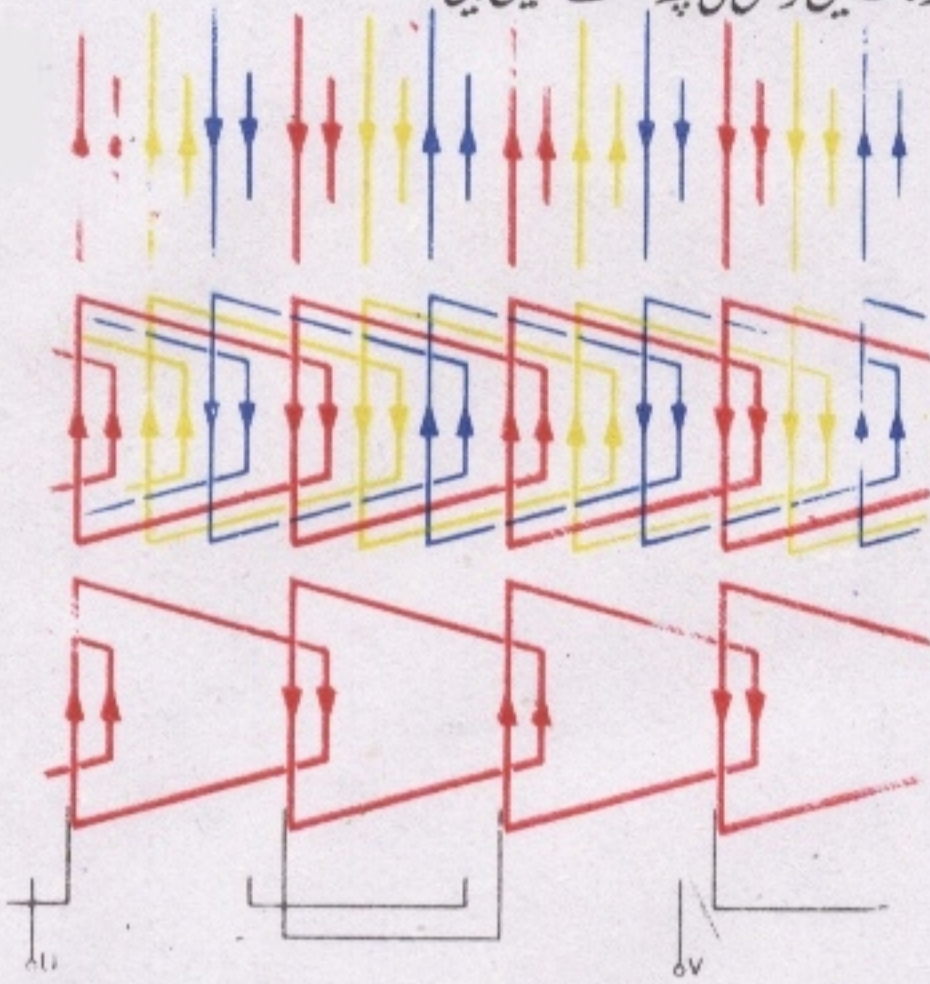
جھریوں کی تعداد = 36

ایک تہہ والی سادہ کامل تیچ وائینڈنگ بنانے کے لیے سب سے پہلے جھریوں کی تعداد فی پول فی فیز معلوم کریں - جھریوں کی اس معلوم کردہ تعداد کو ایک ہی رنگ میں دکھائیں۔ اس کے بعد دوسرے فیز کے لیے اتنی ہی جھریوں کو دوسرے رنگ میں اور تیسرے فیز کے لیے کسی اور رنگ میں دکھائیں (شکل 47/4) اور اسی ترتیب سے تمام جھریوں کو ظاہر کریں۔ اب ان میں برقی رَو کی سمت دکھائیں۔ دو فیزوں میں اوپر کی طرف اور ایک فیز میں نیچے کی طرف۔ ایک ہی فیز کی متصلہ جھریوں میں برقی رَو کی سمت ایک ہی ہوتی ہے۔ جھریوں کے اگلے گروپ میں سے برقی رَو واپس آتی ہے، اس لیے ان میں برقی رَو کی سمت متعلقہ رنگ کی پہلی جھریوں میں برقی رَو کی سمت سے الٹ ہوگی۔ جھریوں میں ڈالے گئے کوائل مختلف طریقوں سے مکمل کیے جا سکتے ہیں۔ کوائل مختلف یا یکساں چوڑائی کے ہو سکتے ہیں (شکل 47/4 (ج) اور (د))۔ مختلف کوائل دکھائی گئی برقی رَو کی سمت کے لحاظ سے فیزوں سے جوڑیں۔ ایک ہی فیز کے مختلف کوائل آپس میں سلسلہ وار یا متوازی ترتیب میں جوڑے جا سکتے ہیں۔ صرف یکساں چوڑائی کے کوائل ہی متوازی ترتیب میں لگائے جا سکتے ہیں (شکل 47/4 (س))۔ بائیں طرف کوائل کا آغازی سرا اور دائیں طرف اختتامی سرا تصور کریں۔ ایک ہی گروپ کے کوائلوں کو ایک دوسرے کو قطع نہیں کرنا چاہیے، اس لیے کوائلوں کو دو یا تین سطحوں میں ترتیب دیا جا سکتا ہے۔ ایسی وائینڈنگ کو دو سطحی وائینڈنگ کہتے ہیں۔

47/4: سہ فیز وائینڈنگ قطبین کی تعداد = 2 جھریوں کی تعداد = 24

> قطبین (قطبوں کا جوڑا) کی جفت تعداد کی صورت میں وائینڈنگ کو ہمیشہ دو سطحی وائینڈنگ کے طور پر لپیٹا جا سکتا ہے (p = 2، 4، 6)۔

مذکورہ مثال (شکل 47/3) میں بائیں طرف سے جھریوں کے دوسرے گروپ کو بائیں طرف جوڑا گیا ہے جبکہ باقی تمام گروپ دائیں طرف جوڑے گئے ہیں۔ اگر قطبین کی تعداد طاق ہو مثلاً 'p = 3' (6 قطب) تو کوائلوں کا ایک گروپ آڑا بنا کر ہی دو سطحی وائینڈنگ بنائی جا سکتی ہے۔ اس صورت میں اوپر والی سطح کے کوائل کا پہلو نچلی سطح کے کوائل کے پہلو سے ملایا جاتا ہے (شکل 47/5)

47/5: گروپ وائینڈنگ قطبین کی تعداد = 3 ، جھریوں کی تعداد = 8

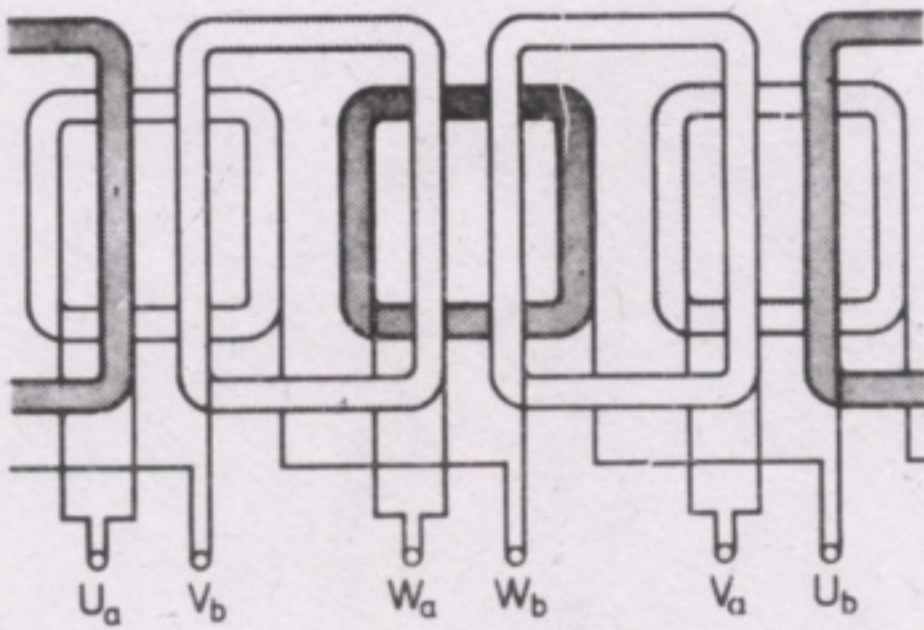
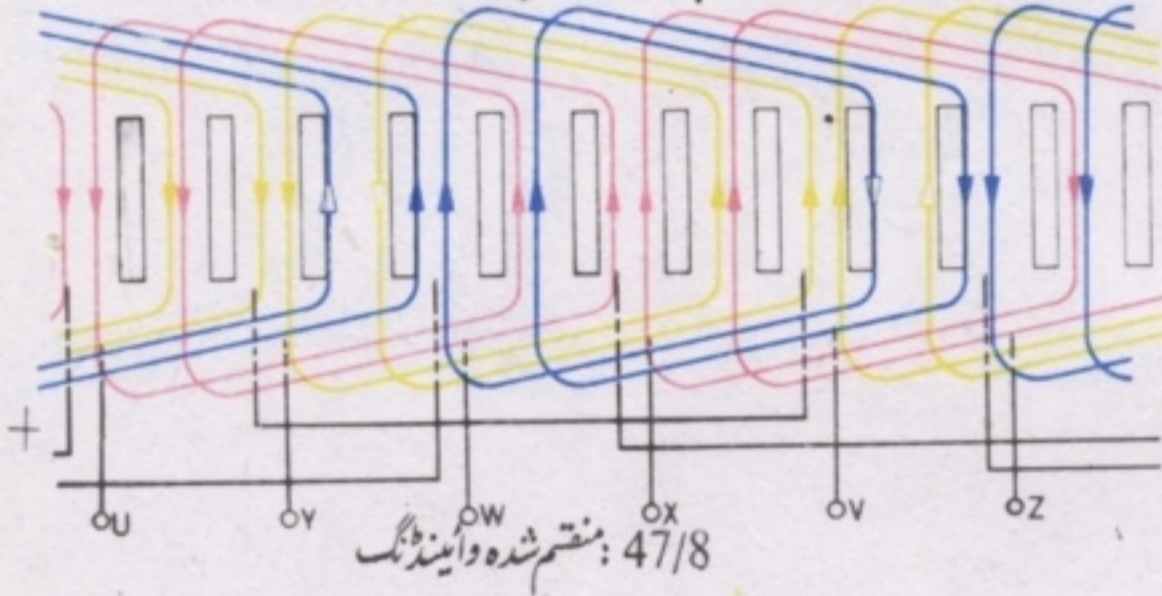
گروپ وائینڈنگ میں کوائل کے بیرونی پہلو بہتر طور پر ٹھنڈے رہتے ہیں ۔ مگر اس وائینڈنگ میں کوائل مختلف سائز کے ہوتے ہیں ۔ شکل 47/3 میں دکھائی گئی وائینڈنگ میں کوائل کی چھ مختلف قسمیں ہیں۔

47/6 ٹوکری نما وائینڈنگ۔ قطبین کی تعداد = 2
جھریوں کی تعداد = 24

اگر ایک ہی شکل یا کم اقسام کے کوائل مطلوب ہوں تو ٹوکری نما وائینڈنگ (basket winding) استعمال کی جاتی ہے۔ اِس وائینڈنگ میں کوائل کا ایک پہلو اوپر والی سطح میں اور دوسرا پہلو نچلی سطح میں ہوتا ہے۔ اس وائینڈنگ کا خاکہ بنانے کے لیے پہلے جھریوں کی تعداد فی فیز فی پول معلوم کریں اور برقی رَو کی سمت کے ساتھ جھریوں کی ترتیب دکھائیں (شکل 47/6 ا، ب)۔ تقریباً ایک طرح کے کوائل حاصل کرنے کے لیے ایک پہلو بڑا اور متصلّہ پہلو چھوٹا بنائیں (شکل 47/6 ۔ ا)۔ ان میں سے ایک پہلو اوپر والی سطح میں اور دوسرا پہلو نچلی سطح میں ہوتا ہے۔ اِن پہلوؤں کو آپس میں کوائل کی شکل میں ملا کر (شکل 47/6 ب) متعلقہ فیزوں کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے۔

اس وائینڈنگ میں بھی مختلف سائز کے کوائل بنائے جاسکتے ہیں (شکل 47/7)۔

وائینڈنگ دکھانے کے بعد وائینڈنگ کے گرد مقناطیسی نفاذ بھی معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اِس مقصد کے لیے وائینڈنگ کے محیط پر وہ مقام تلاش کریں جہاں پر برقی رَو کی دکھائی گئی سمت کے مطابق قطب یا پول واقع ہو۔ اِن مقامات پر مقناطیسی نفاذ کی قیمت انتہائی ہوتی ہے (شکل 47/7)۔ انتہائی قیمت کے نقاط یعنی قطبوں کے درمیانی نقاط پر مقناطیسی نفاذ صفر ہوتا ہے۔ صفری نقطہ سے آغاز کرتے ہوئے متصلہ جھریوں میں مقناطیسی نفاذ بتدریج بڑھتا ہے حتیٰ کہ یہ انتہائی قیمت تک پہنچ جاتا ہے۔ چونکہ انتہائی مقناطیسی نفاذ کے مقام پر برقی رَو کی سمت اُلٹ ہو جاتی ہے، اس لیے مقناطیسی نفاذ بھی کم ہونا شروع ہو جاتا ہے اور صفر پر پہنچ کر دوسری سمت مذکورہ انداز سے بڑھنا شروع ہو جاتا ہے۔
برقی رَو کی سمت کے مطابق ہر جھری میں مقناطیسی نفاذ میں کمی یا اضافہ ہوتا ہے۔ مقناطیسی نفاذ کی تبدیلی برقی رَو کی لمحی قیمت پر منحصر ہوتی ہے۔ مقناطیسی نفاذ کا گراف ، سائن منحنی کے قریب ہونا چاہیے۔ مقناطیسی نفاذ کا گراف سائن منحنی کے قریب ترین لانے کے لیے منقسم شدہ وائینڈنگ (distributed winding) استعمال کی جاتی ہے (شکل 47/8)۔

47/7 : مختلف سائز کے کوائلوں پر مشتمل ٹوکری نما وائینڈنگ اور اس سے متعلقہ مقناطیسی نفاذ

47/8 : منقسم شدہ وائینڈنگ

47/9 : قطبوں کی متغیّر تعداد کی وائینڈنگ

قطبوں کی تعداد = 4 اور 2 ، جھریوں کی تعداد = 12

اگر جھریوں کی تعداد ایسی ہو کہ کامل پچ وائینڈنگ نہ بنائی جا سکے تو اس صورت میں مکسور پچ وائینڈنگ (fractional pitch winding) استعمال کی جاتی ہے۔ ایسی صورت میں جھریوں کی تعداد فی فیز فی پول ایک غیر واجب کسر ہوتی ہے۔ مثلاً $2\frac{1}{2}$= 4 ایسی وائینڈنگ کے مقناطیسی نفاذ کا گراف موٹروں کے لیے غیر موزوں ہوتا ہے۔ قطبوں کی متغیّر تعداد کی وائینڈنگ (شکل 47/9) کی مدد سے وائینڈنگ کے کنکشن پر مشتمل پولوں کی مختلف تعداد حاصل کی جا سکتی ہے۔ وائینڈنگ، پولوں کی زیادہ تعداد کے لیے دکھائی جاتی ہے اور ڈیلٹا کنکشن میں جوڑی جاتی ہے۔ اگر وائینڈنگ کو برقی رَو، فیز کے درمیان سے فراہم کی جائے تو پولوں کی تعداد نصف ہو جائے گی (دالندر وائینڈنگ)۔

دالندر وائینڈنگ صرف چھوٹی موٹروں کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ اس کے مقناطیسی نفاذ کی منحنی غیر موزوں ہوتی ہے۔ اگر ایسی موٹر پر سٹارٹنگ کے وقت لوڈ موجود ہو تو موٹر کی رفتار نامی رفتار تک نہیں پہنچتی۔ علاوہ ازیں موٹر چلنے سے سیٹی نما شور بھی پیدا ہوتا ہے۔ اگر دالندر وائینڈنگ کو دوہری تہہ کی وائینڈنگ کی صورت میں لپیٹیں تو شور کم پیدا ہوتا ہے۔

5 سنگل فیز انڈکشن موٹر (Single Phase Induction Motor)

51 سہ فیز موٹر بطور سنگل فیز موٹر (Operation of three phase motor as a single phase motor)

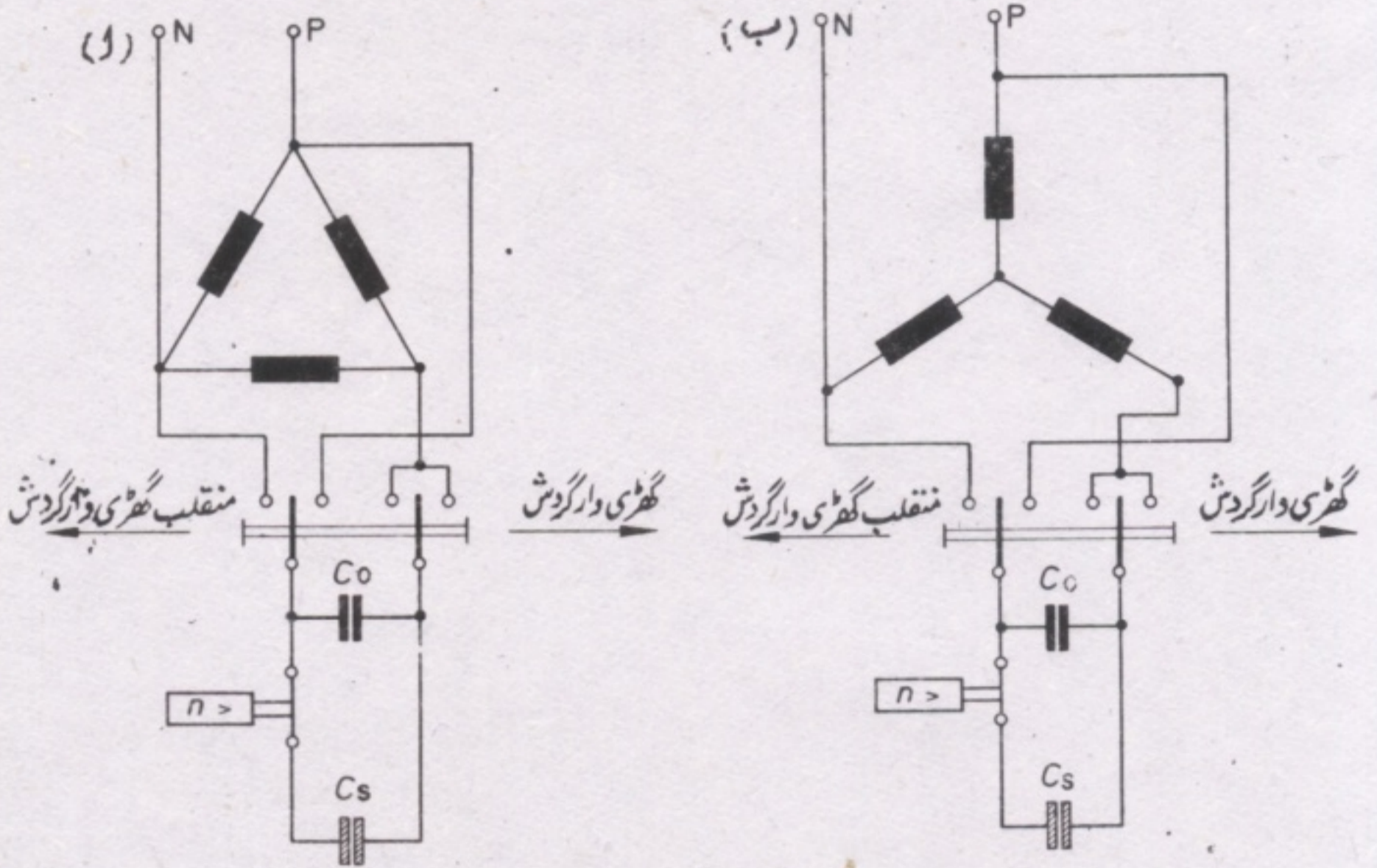
انڈکشن موٹریں مضبوط اور سستی ہوتی ہیں۔علاوہ ازیں ان کی نگہداشت بھی آسان ہوتی ہے،اس لیے ان کو سنگل فیز موٹروں کے طور پر استعمال کے لیے ترجیح دی جاتی ہے اور یہ بکثرت استعمال ہوتی ہیں۔

اگر دورانِ کار سہ فیز انڈکشن موٹر کا ایک فیوز جل جائے تو یہ 50 فیصد طاقت پر چلتی رہے گی۔اگر سہ فیز انڈکشن موٹر کو سنگل فیز برقی دباؤ پر لگا دیا جائے تو موٹر نہیں چلے گی۔اگر اسے بیرونی طور پر سٹارٹ کر دیا جائے، تو یہ چلنا شروع ہو جائے گی۔سہ فیز انڈکشن موٹر کی سنگل فیز سپلائی پر خود کار سٹارٹنگ کے لیے سٹارٹر (کپیسیٹر، کوائل، یا مزاحم) استعمال کرنے پڑتے ہیں۔ سٹارٹنگ کا کوئی ہمہ گیر طریقہ نہیں ہے بلکہ مختلف طریقے استعمال ہوتے ہیں۔ان میں سے شٹائن میٹز سرکٹ (steinmetz circuit) اہم ترین ہے۔

شٹائن میٹز سرکٹ: یہ سرکٹ کپیسیٹر کے ساتھ سٹار یا ڈیلٹا کنکشن کی سہ فیز موٹروں کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے (شکل 51/1)۔اگر موٹر 380/220 وولٹ کی ہو تو اسے 220 وولٹ کے سنگل فیز برقی دباؤ پر ڈیلٹا کنکشن میں لگایا جا سکتا ہے جبکہ 220/127 وولٹ کی موٹر کی صورت میں سٹار کنکشن استعمال ہوتا ہے۔ کپیسیٹر کا ایک ٹرمینل موٹر کے ایسے ٹرمینل سے لگایا جاتا ہے جس کا ربط سپلائی سرکٹ سے ہو جبکہ دوسرا ٹرمینل موٹر کے ایسے ٹرمینل سے لگایا جاتا ہے جس کا سپلائی مینز سے براہِ راست ربط نہ ہو۔عملی آزمودہ طریقہ کے مطابق عملیہ کپیسیٹر کی گنجائش کی متعین کی گئی قیمتیں جدول میں دی گئی ہیں۔

شٹائن میٹز سرکٹ کے لیے کپیسیٹر کی گنجائش

سہ فیز موٹر کی نامی طاقت واٹ میں	مطلوبہ کپیسیٹر کی گنجائش مائیکرو فیرڈ میں		
	اطلاقی برقی دباؤ 110 وولٹ	اطلاقی برقی دباؤ 220 وولٹ	اطلاقی برقی دباؤ 380 وولٹ
100	28	7	2
200	52	13	4
300	80	20	7
400	104	26	9
500	132	33	11
600	160	40	13
700	184	46	15
800	212	53	18
900	236	59	20
1000	264	66	22
1100		73	24
1200		79	26
1300		86	29
1400		93	31
1500		99	33

عملیہ کپیسیٹر کی مدد سے نامی ٹارک کا ایک تہائی سٹارٹنگ ٹارک حاصل کیا جاسکتا ہے۔ حاصل کردہ طاقت سہ فیز نامی طاقت کا 70 فیصد ہوتی ہے۔ زیادہ ٹارک حاصل کرنے کے لیے دُگنی گنجائش کا سٹارٹنگ کپیسیٹر استعمال کیا جاتا ہے۔
جب موٹر سبک روی سے چلنے لگتی ہے تو سٹارٹنگ کپیسیٹر کو سرکٹ سے نکال لیا جاتا ہے (شکل 51/1)۔
عملیہ کپیسیٹر کے ٹرمینل بدلنے سے روٹر کی گردشی سمت تبدیل کی جاسکتی ہے (شکل 51/1)۔

51/1 : شٹائن میٹز سرکٹ
(ا) 380/220 وولٹ کی موٹر 220 وولٹ کے اطلاقی برقی دباؤ پر
(ب) 220/127 وولٹ کی موٹر 220 وولٹ کے اطلاقی برقی دباؤ پر

52 سنگل فیز سکوئرل کیج انڈکشن موٹر (Single phase squirrel cage induction motor)

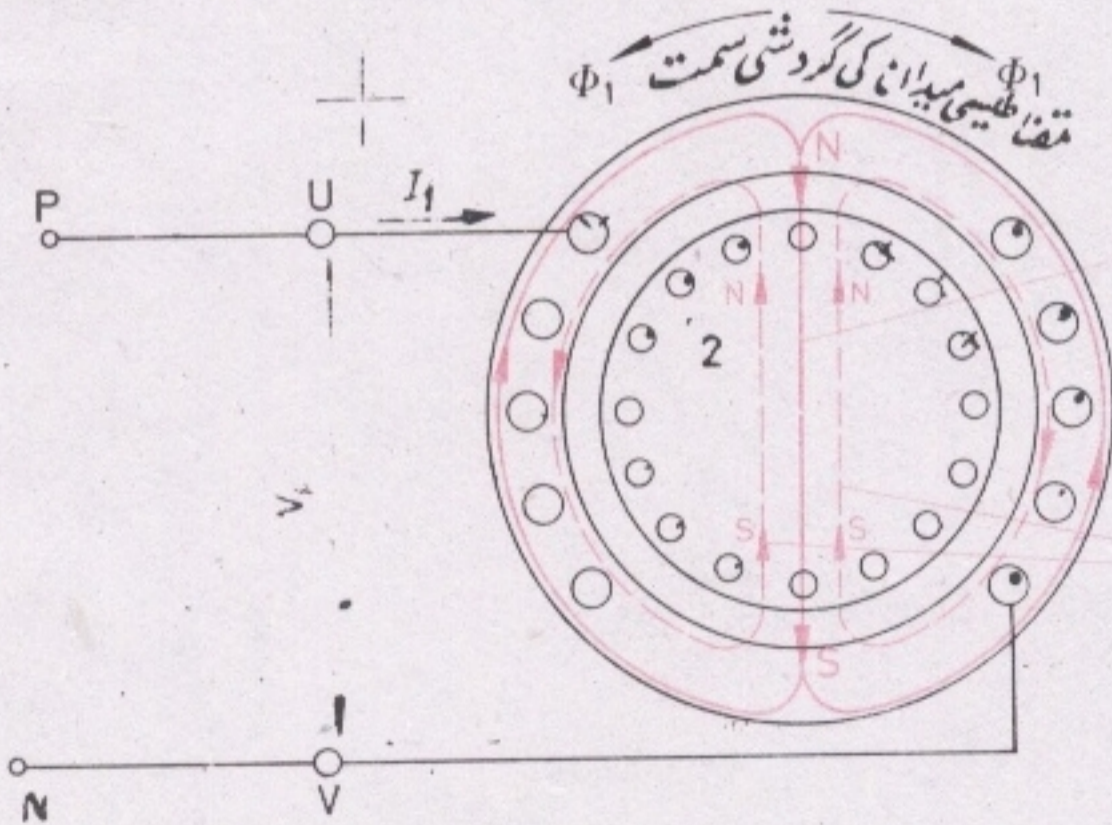
521 ساخت (Construction)

سنگل فیز انڈکشن موٹر سکوئرل کیج روٹر والی موٹر ہوتی ہے۔ سہ فیز موٹر کا سٹیٹر کور استعمال کیا جاسکتا ہے لیکن سنگل فیز موٹر کے سٹیٹر کور الگ بھی ہوتے ہیں۔ اس صورت میں کور میں مین وائنڈنگ اور معاون یا سٹارٹنگ وائنڈنگ کے لیے جھریوں کے مختلف سائز بنائے ہوتے ہیں (شکل 521/1)۔ دورانِ کار صرف مین وائنڈنگ 'U-V' ہی کافی ہوتی ہے۔ سٹیٹر وائنڈنگ کے $\frac{1}{3}$ حصّہ میں معاون وائنڈنگ 'W-Z' کی جاتی ہے۔ اس وائنڈنگ کی صرف موٹر چلاتے وقت ہی ضرورت ہوتی ہے لیکن عام طور پر معاون وائنڈنگ دورانِ کار بھی سرکٹ میں ہی رہتی ہے۔

522 سٹارٹنگ ٹارک (Starting torque)

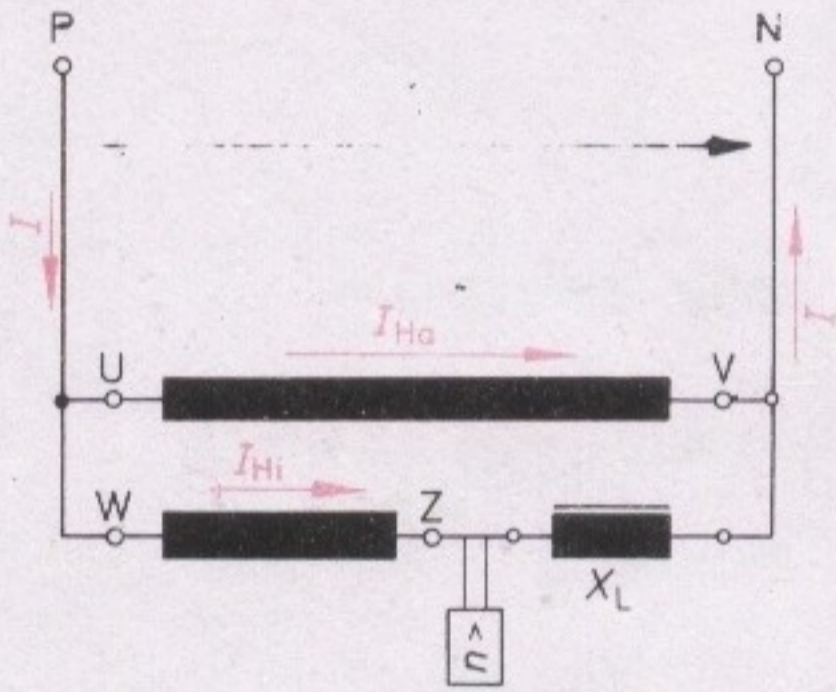
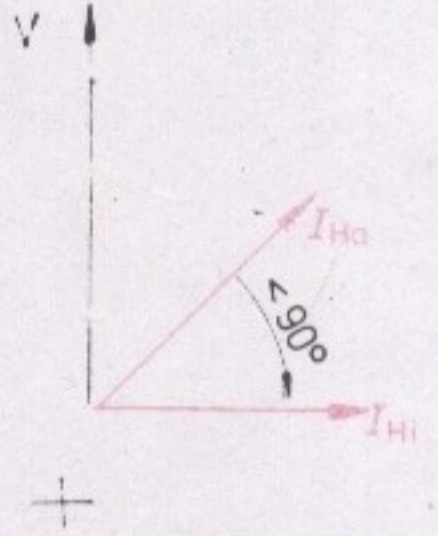
سہ فیز انڈکشن موٹر میں گردشی مقناطیسی میدان متناسب ہوتا ہے اور اس کی مخصوص گردشی سمت ہوتی ہے۔
سنگل فیز انڈکشن موٹر میں اگر صرف مین وائنڈنگ ہی موجود ہو تو ایک سنگل فیز مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے جس کی کوئی ترجیحی گردشی سمت نہیں ہوتی ہے۔ یہ مقناطیسی میدان یکساں قوّت کے دو مخالف سمت میں گردش کرتے ہوئے مقناطیسی میدانوں پر مشتمل تصوّر کیا جاسکتا ہے (شکل 522/1)۔ روٹر حالتِ سکون میں ہی رہتا ہے اور موٹر شارٹ سرکٹ کردہ سیکنڈری وائنڈنگ کے ٹرانسفارمر کی طرح عمل کرتی ہے۔

521/1 : سنگل فیز انڈکشن موٹر کے سٹیٹر کے کور کا پرت

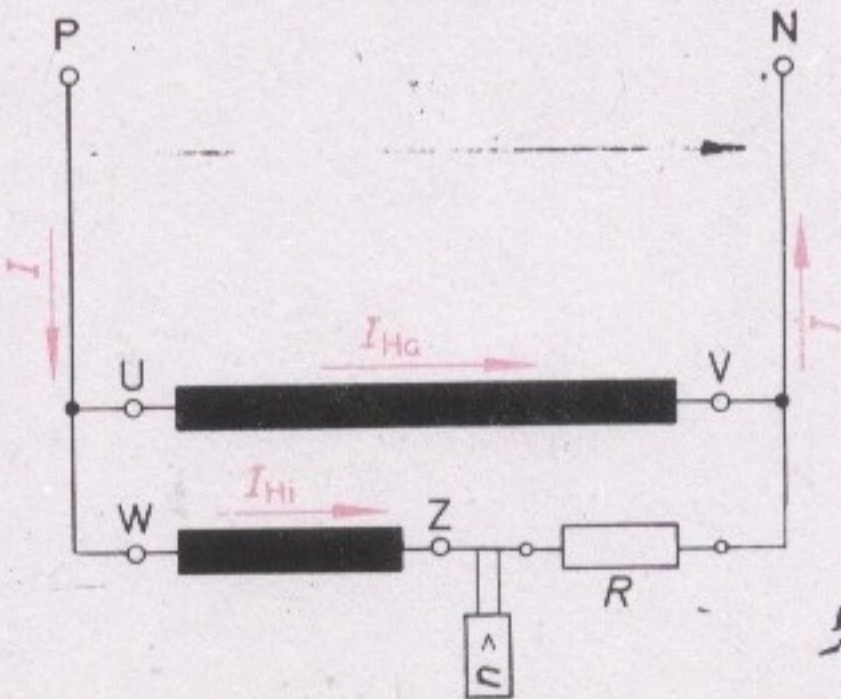
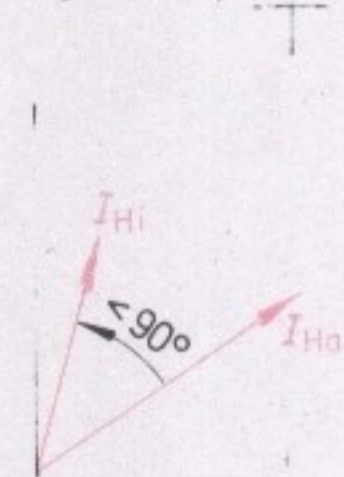
521/2 : سنگل فیز انڈکشن موٹر کی نیم پلیٹ

522/1 : سوئچنگ کے وقت سنگل فیز انڈکشن موٹر میں سے گزرنے والی برقی رو اور متعلقہ مقناطیسی نفاذ

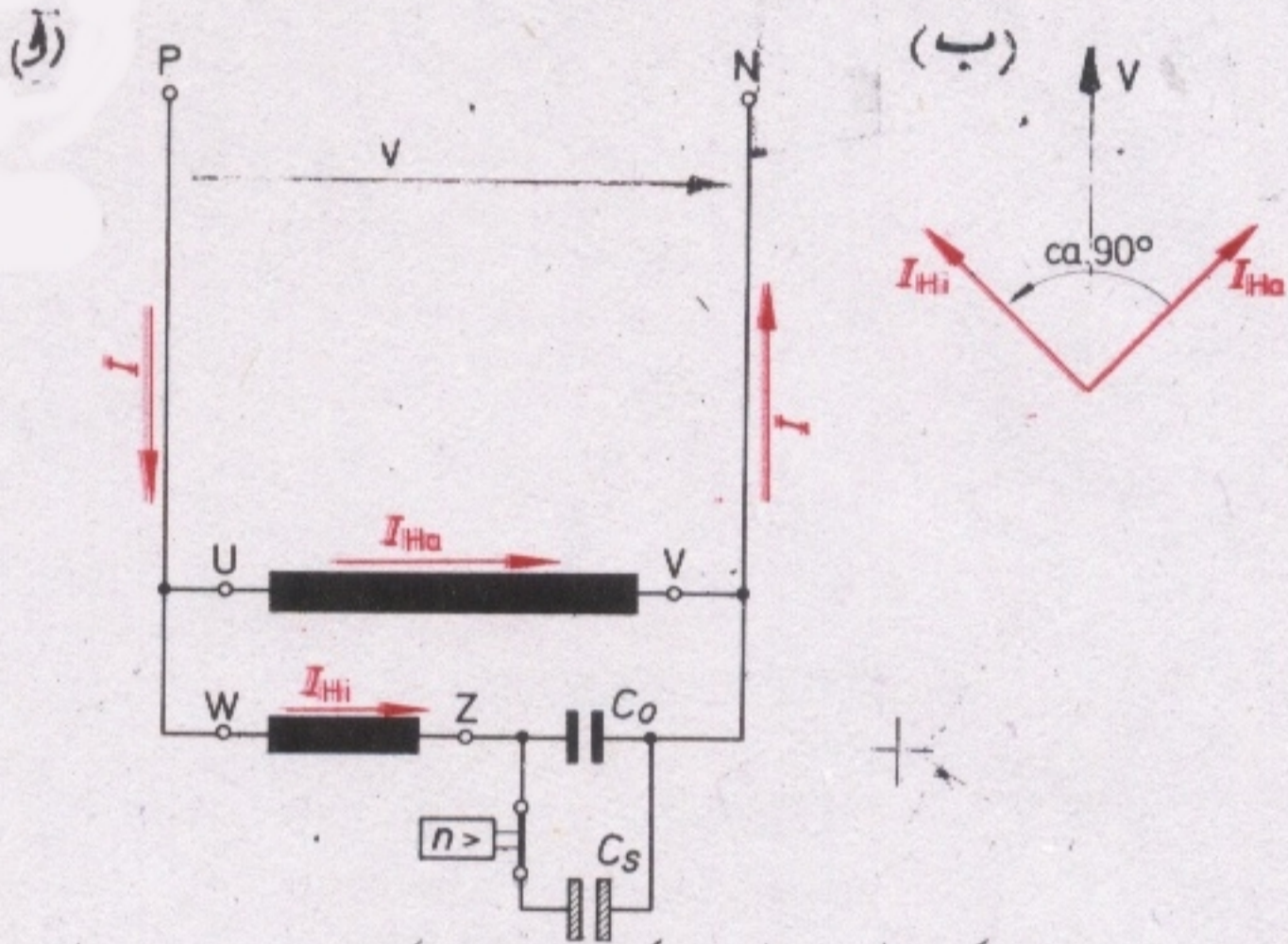
523 سٹارٹنگ (Starting)

سنگل فیز انڈکشن موٹر از خود گردش کرنا شروع نہیں کر سکتی۔ اسے چلانے کے لیے مندرجہ ذیل طریقے استعمال کیے جاتے ہیں (سٹارٹنگ سرکٹ کے اجزا سٹارٹنگ وائینڈنگ کے سرکٹ میں لگائے جاتے ہیں)۔

کوائل سٹارٹ موٹر میں معاون یا سٹارٹنگ وائینڈنگ کے سیریز میں ایک کوائل لگا دیا جاتا ہے۔ کوائل کی وجہ سے معاون وائینڈنگ اور مین وائینڈنگ میں سے گزرنے والی برقی رؤوں کے درمیان تفاوتِ فیز کے باعث ایک بیضوی گردشی مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے۔ اور اس طرح موٹر بیرونی محرک کے بغیر گردش کرنے لگتی ہے۔ کوائل کی وجہ سے موٹر کا جزءِ طاقت بہت کم ہو جاتا ہے، اس لیے سٹارٹنگ کے بعد معاون وائینڈنگ کے ہمراہ کوائل کو سرکٹ سے منقطع کر دیا جاتا ہے (شکل 523/1)۔

523/1: کوائل کا سٹارٹنگ کا عمل
(ا) سرکٹ (ب) سمتی شکل

مزاحم سٹارٹ موٹر میں کوائل کی جگہ ایک مزاحم استعمال کیا جاتا ہے۔ مزاحم کی مزاحمت وائینڈنگ کی مزاحمت سے تقریباً 4 سے 8 گنا ہوتی ہے۔ مزاحم کی وجہ سے معاون وائینڈنگ کے سرکٹ میں برقی رَو اور برقی دباؤ کے درمیان حالتِ فیز بہتر ہو جاتی ہے۔ اس طرح مین وائینڈنگ اور معاون وائینڈنگ کے درمیان ایک تفاوتِ فیز پیدا ہو جاتا ہے جس کی وجہ سے گردشی مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے اور موٹر از خود سٹارٹ ہو سکتی ہے۔ سٹارٹنگ کے بعد اس موٹر میں بھی معاون وائینڈنگ اور مزاحم کو سرکٹ سے منقطع کر دیا جاتا ہے (شکل 523/2)۔

523/3: کپیسٹر سٹارٹ موٹر

523/2: مزاحم سٹارٹ موٹر

کپیسیٹر سٹارٹ موٹر میں مین وائینڈنگ اور معاون وائینڈنگ میں سے گزرنے والی برقی روؤں کے درمیان کپیسیٹر کے ذریعے بھی تفاوتِ فیز پیدا کیا جاسکتا ہے۔ یہ کپیسیٹر معاون وائینڈنگ کے سیریز میں لگایا جاتا ہے شکل 523/3 میں کپیسیٹر سٹارٹ موٹر دکھائی گئی ہے۔ معاون وائینڈنگ کے سیریز میں سٹارٹنگ کپیسیٹر 'C_s' لگایا گیا ہے (شکل 523/3 ، 523/4)۔ موٹر پر ایک فلائی وہیل سوئچ (fly wheel switch) نصب ہوتا ہے۔ جب روٹر ایک خاص رفتار سے گردش کرنے لگتا ہے تو یہ سوئچ از خود معاون وائینڈنگ اور سٹارٹنگ کپیسیٹر کو سرکٹ سے علیٰحدہ کر دیتا ہے۔ عملیہ کپیسیٹر 'C_o' مسلسل سرکٹ میں ہی رہتا ہے۔ یہ

523/4: کپیسیٹر سٹارٹ موٹر (أ) سرکٹ (ب) سمتی خاکہ

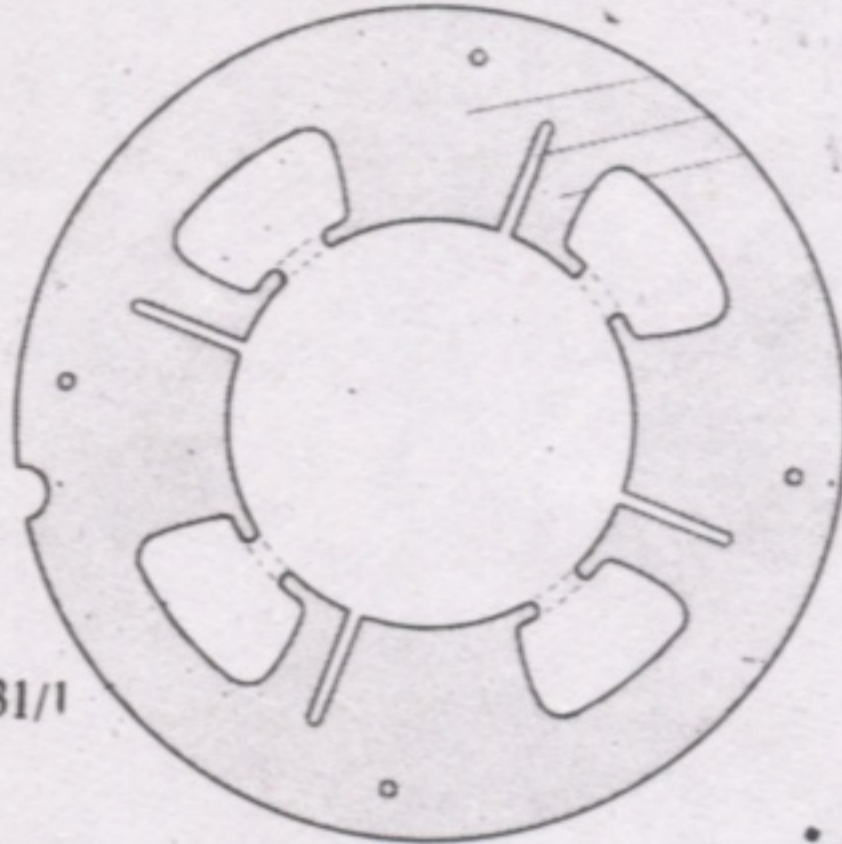
کپیسیٹر طاقتور اور متناسب مقناطیسی میدان پیدا کرنے میں مدد دیتا ہے جس کی وجہ سے موٹر سے حاصل کردہ طاقت زیادہ ہوتی ہے اور موٹر خاموشی سے چلتی ہے۔ کئی ایک موٹروں میں صرف عملیہ کپیسیٹر ہی استعمال ہوتے ہیں۔ اِن موٹروں کا سٹارٹنگ ٹارک کم ہوتا ہے۔ کئی ایک موٹروں میں صرف سٹارٹنگ کپیسیٹر ہی استعمال ہوتے ہیں۔ ان موٹروں کی طاقت کم ہوتی ہے۔

> کم حاصل کردہ طاقت کے لیے معاون وائینڈنگ والی سنگل فیز موٹریں استعمال کی جاتی ہیں۔
> عملیہ کپیسیٹر والی سنگل فیز انڈکشن موٹر سے حاصل کردہ طاقت اور جزءِ طاقت بقیہ اقسام کی سنگل فیز انڈکشن موٹروں سے زیادہ ہوتا ہے۔

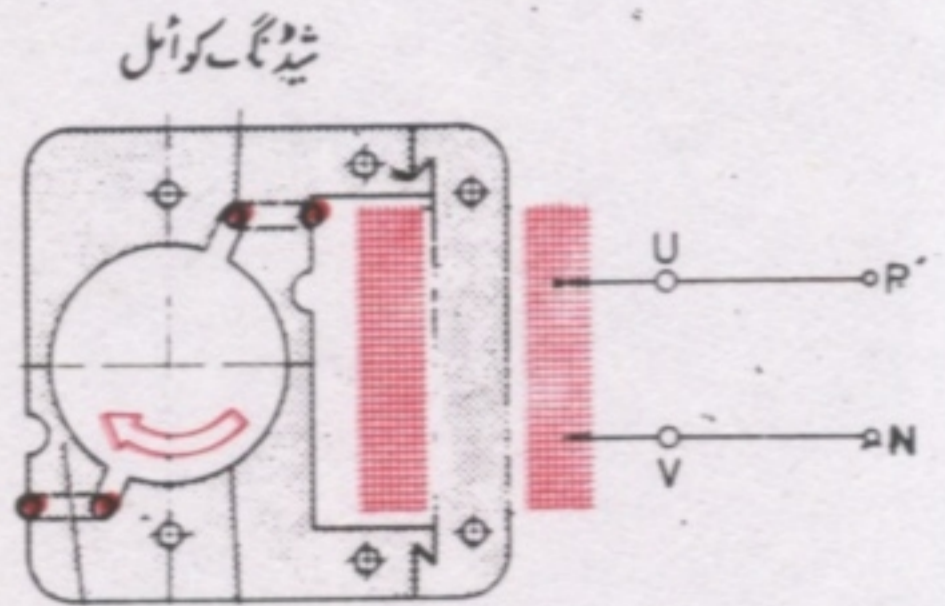
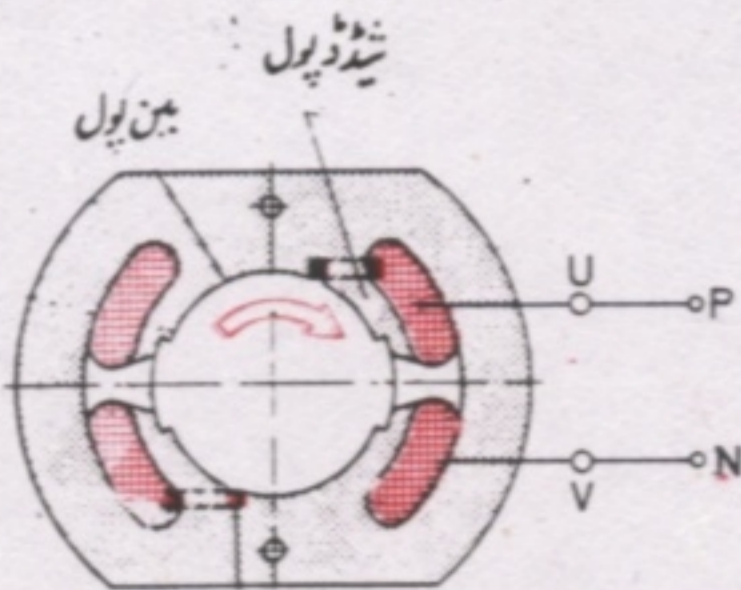
کپیسیٹر کی گنجائش عملی تجربے کی بنیاد پر منتخب کی جاتی ہے اور یہ سٹارٹنگ ٹارک پر منحصر ہوتی ہے۔ ایک ہارس پاور نامی طاقت کے لیے نامی ٹارک کا 50 سے 70 فیصد سٹارٹنگ ٹارک حاصل کرنے کے لیے 1 کے وی اے آر تعاملی طاقت درکار ہوتی ہے۔

53 شیڈڈ پول موٹر (Shaded pole motor)

531 ساخت (Construction)

اس موٹر کا روٹر سکوئرل کیج روٹر کی طرح ہوتا ہے۔ سٹیٹر کی ساخت روایتی انڈکشن موٹر کے سیٹٹر سے مختلف ہوتی ہے۔ اس موٹر کا سٹیٹر پرت دار قطبوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ ہر پول شو میں ایک جھری پول شو کو دو حصوں میں تقسیم کرتی ہے۔ ایک حصّہ مین پول اور دوسرا حصہ شیڈڈ پول کہلاتا ہے (شکل 531/1 ، 531/2)۔ مین وائینڈنگ پول یا یوک کے اوپر لپیٹی جاتی ہے۔ پول شو کے چھوٹے حصّے کے گرد شیڈنگ کوائل ہوتا ہے جو کہ تانبے کے موٹے تار سے مستطیل شکل کا بنا ہوتا ہے۔

531/1: شیڈڈ پول موٹر کے سٹیٹر کا پرت

532 طریق کار اور عملی خصوصیات (Principle of operation and characteristics)

مین وائینڈنگ 'U-V' میں سے گزرنے والی برقی رَو 'I_1' مقناطیسی نفاذ 'Φ_1' پیدا کرتی ہے۔ مقناطیسی میدان 'Φ' مین پول اور شیڈڈ پول میں سے گزرتا ہے۔ شیڈڈ پول میں سے گزرنے والا مقناطیسی میدان شیڈنگ وائینڈنگ میں امالی برقی دباؤ پیدا کرتا ہے۔ امالی برقی دباؤ کی وجہ سے شیڈنگ وائینڈنگ میں سے تعقیبی برقی رَو 'I_2' گزرتی ہے۔ اس برقی رَو کی وجہ سے پیدا شدہ

متقناطیسی میدان 'Φ_1' بھی 'Φ_2' کے لحاظ سے تعقیبی ہوتا ہے۔مین پول میں متقناطیسی میدان کو تقویت پہنچتی ہے اور شیڈڈ پول میں میدان کمزور ہو جاتا ہے۔ان دونوں متقناطیسی میدانوں کے باہمی تعامل کے زیر اثر بیضوی گردشی متقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے جس کی سمت مین پول سے شیڈڈ پول کی طرف ہوتی ہے۔

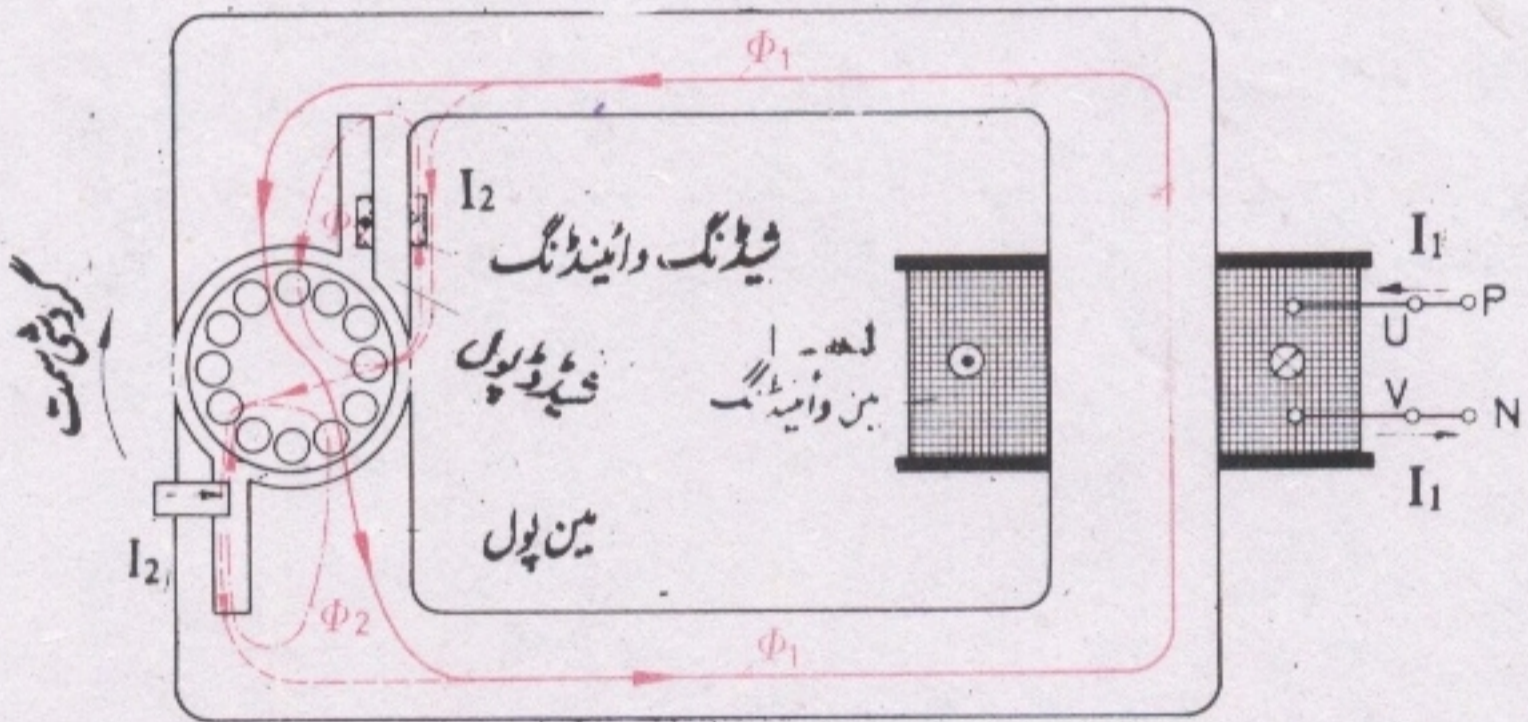
روٹر ہمیشہ مین پول سے شیڈڈ پول کی طرف گردش کرتا ہے۔

فوائد:

(ا) اس موٹر کی ساخت سادہ، سستی اور مضبوط ہوتی ہے۔علاوہ ازیں نگہداشت بھی آسان ہوتی ہے۔

(ب) یہ موٹر از خود سٹارٹ ہو سکتی ہے اور اس کا سٹارٹنگ ٹارک بھی کافی ہوتا ہے (نامی ٹارک کا 50 فیصد)۔

(ج) یہ موٹر سنکرونس موٹر کے طور پر بھی عمل کر سکتی ہے۔

شیڈڈ پول موٹر کی استعداد بہت کم ہوتی ہے (20 فیصد) اس کے باوجود ساخت کی سادگی کی وجہ سے 200 واٹ تک کی نامی طاقت کے لیے یہ موٹریں استعمال کی جاتی ہیں۔اس کے علاوہ ان کی سٹارٹنگ کے اضافی آلات کی ضرورت نہیں ہوتی۔ یہ موٹر ہوا دان کے پنکھوں، گراموفون، ٹیپ ریکارڈر اور گھریلو مشینوں کو چلانے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔

54 اے سی کاموٹیٹر یا یونیورسل موٹر

یونیورسل موٹر کی ساخت ڈی سی موٹر کی طرح ہوتی ہے۔سٹیٹر کور جھریوں یا اُبھرے ہوئے پولوں پر مشتمل ہوتا ہے جن پر فیلڈ وائینڈنگ ہوتی ہے۔روٹر کی ساخت ڈی سی موٹر کے آرمیچر جیسی ہوتی ہے اور روٹر وائینڈنگ بھی ڈی سی موٹر کے آرمیچر کی طرح ہی ہوتی ہے۔ڈی سی موٹر کی طرح یونیورسل موٹر میں بھی کاموٹیٹر لگا ہوتا ہے۔یونیورسل موٹر میں کاموٹیٹر کے برش فیلڈ وائینڈنگ کے سیریز میں لگائے جاتے ہیں۔برقی دباؤ کا اطلاق سٹیٹر اور روٹر وائینڈنگ کے سلسلہ وار سرکٹ پر کیا جاتا ہے (شکل 54/1)۔ فیلڈ وائینڈنگ اور روٹر وائینڈنگ میں سے ایک ہی برقی رَو گزرتی ہے جس کے باعث روٹر اور سٹیٹر کے درمیان مقناطیسی میدان پیدا ہوتے ہیں۔ اِن میدانوں کی سمت ایک نہیں ہوتی۔چونکہ دونوں مقناطیسی میدانوں میں ایک ہی سمت میں گردش کرنے کا رجحان ہوتا ہے اس لیے روٹر گردش کرنا شروع کر دیتا ہے۔روٹر پر اے سی یا ڈی سی سپلائی فراہم کرنے سے دونوں صورتوں میں قوّتِ عمل پیدا ہوتی ہے۔

اے سی کاموٹیٹر موٹر کو آلٹرنیٹنگ اور ڈائریکٹ برقی رَو
دونوں پر استعمال کیا جاسکتا ہے، اس لیے اسے یونیورسل
موٹر کہتے ہیں۔

اس موٹر کا ابتدائی ٹارک بہت زیادہ ہوتا ہے۔بغیر لوڈ کی صورت میں اس کی رفتار بہت زیادہ ہو جاتی ہے اور لوڈ کی موجودگی میں رفتار کم ہو جاتی ہے۔

54/1 :منقسم فیلڈ وائینڈنگ کی یونیورسل موٹر کو ڈائریکٹ برقی رَو پر عمل کے لیے اضافی وائینڈنگ فراہم کی گئی ہے۔

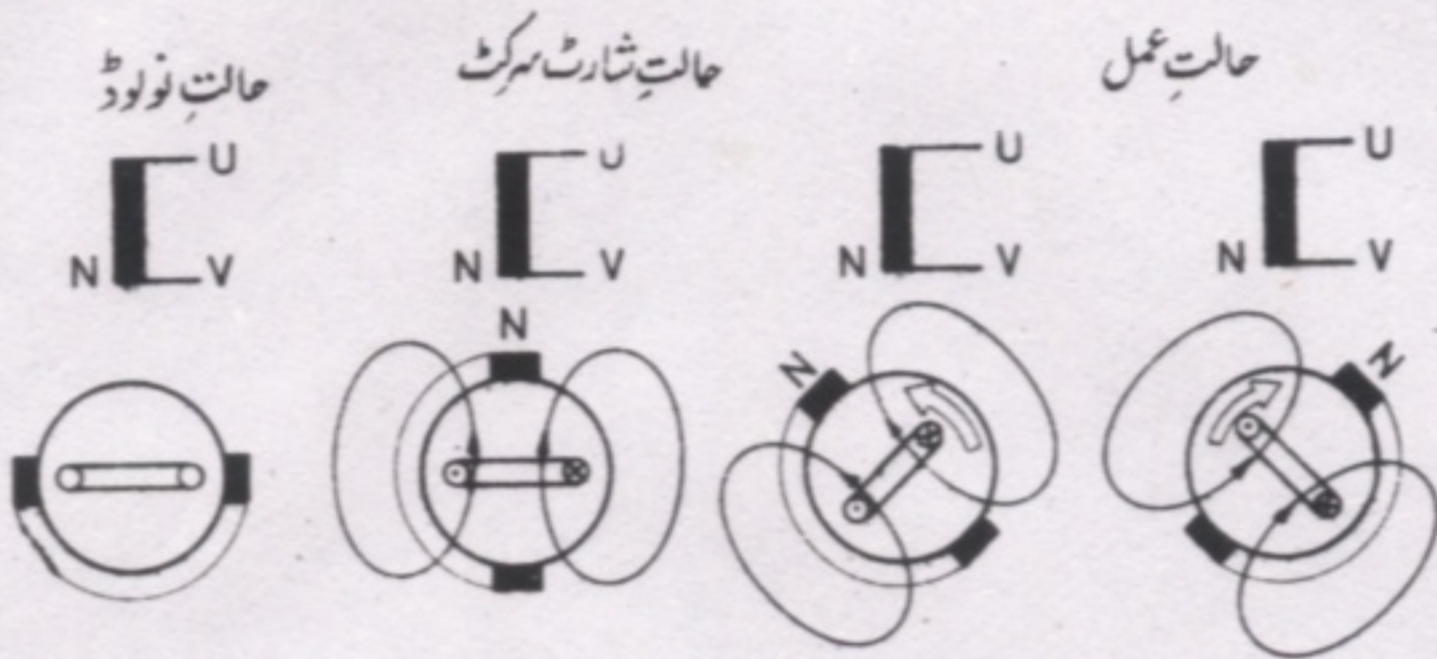
54/2 :یونیورسل موٹر کا بارک ہاؤسن سرکٹ

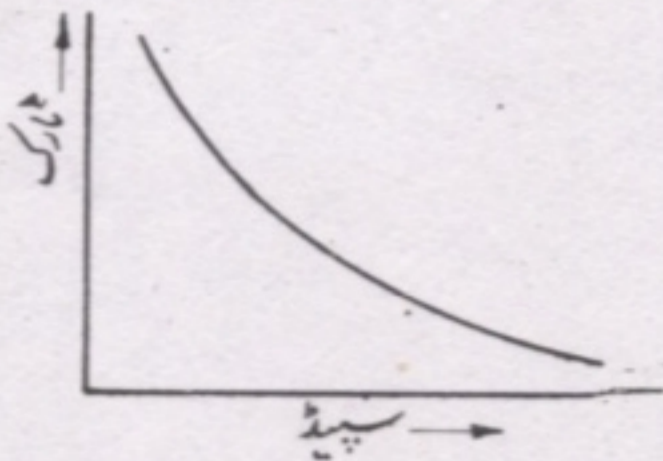
یونیورسل موٹر عموماً کچن مشین، ویکیم کلینر اور پورٹیبل ڈرل مشینوں میں استعمال کی جاتی ہے۔ اے سی پر اس موٹر کی مزاحمت ڈی سی پر مزاحمت کی نسبت کم ہوتی ہے۔ اس لیے اے سی کی صورت میں اس سے حاصل کردہ طاقت کم ہوتی ہے۔اے سی پر متوازن عمل کے لیے سیریز والی وائینڈنگ کا ایک حصہ سرکٹ میں سے نکال دیا جاتا ہے۔

اگر آرمیچر کے سیریز میں ایک مزاحمت لگا دی جائے یا بارک ہاؤسن سرکٹ (شکل 54/2) استعمال کیا جائے تو بغیر لوڈ کی صورت میں موٹر کی رفتار بہت زیادہ نہیں ہونے پاتی۔ اس صورت میں روٹر میں سے کم برقی رَو گزرنے کی وجہ سے کم ٹارک پیدا ہوتا ہے۔بوقتِ ضرورت گردشی رفتار کو فلائی وہیل۔بریک کے ذریعے یکساں رکھا جاسکتا ہے۔

1000 کلو واٹ تک کی سنگل فیز کاموٹیٹر موٹریں برقی گاڑیوں کے لیے بنائی جاتی ہیں۔ ان کی ساخت اور کنکشن کاموٹیٹنگ پول والی متلافی وائینڈنگ کی ڈی سی سیریز موٹر کے مشابہہ ہوتے ہیں۔

55 ریپلشن موٹر (Repulsion motor)

ریپلشن موٹر کا سٹیٹر یکساں طور پر منقسم جھریوں پر مشتمل ہوتا ہے جن میں سنگل فیز وائینڈنگ ہوتی ہے۔ موٹر کا روٹر یونیورسل موٹر کی طرح ہوتا ہے۔ کاموٹیٹر کے کاربن برش باہمی طور پر ملے ہوتے ہیں اور انہیں برقی سپلائی سے نہیں لگایا جاتا (شکل 55/1) ۔ سنگل فیز اے سی سپلائی سٹیٹر وائینڈنگ کو فراہم کی جاتی ہے۔ برش حرکت پذیر ہوتے ہیں اور کاموٹیٹر پر دونوں کی حالت اکٹھی تبدیل کی جاسکتی ہے۔ سٹیٹر کا آلٹرنیٹنگ مقناطیسی میدان روٹر میں امالی برقی دباؤ پیدا کرتا ہے۔ اس برقی دباؤ کی وجہ سے روٹر میں سے گزرنے والی برقی رَو اور روٹر کا مقناطیسی میدان برشوں کی حالت کے ذریعہ تبدیل کیا جاسکتا ہے ۔

55/1 : ریپلشن موٹر کے مقناطیسی میدان کی مختلف صورتوں میں حالت

ریپلشن موٹر کے ٹارک کی سمت اور مقدار برشوں کی حالت پر منحصر ہوتی ہے۔

برشوں کی حالتِ کار کے دوران ریپلشن موٹر کا سٹارٹنگ ٹارک زیادہ ہوتا ہے کیونکہ اس حالت میں سٹیٹر اور روٹر کے مقناطیسی میدانوں کی قوت زیادہ ہوتی ہے۔ بغیر لوڈ کی صورت میں ٹارک کم ہو جاتا ہے اور گردشی رفتار بہت بڑھ جاتی ہے۔ حالتِ لوڈ میں رفتار کم ہو جاتی ہے (شکل 55/2)۔

55/2 : برشوں کی مستقل حالت کی صورت میں ریپلشن موٹر کی ٹارک۔ سپیڈ کی منحنیٔ مخصوص

6 ریکٹی فائر (راست گر) (Rectifier)

61 ٹیوب ریکٹی فائر اور دھاتی ریکٹی فائر (Tube and metal rectifier)

611 حرّ رُوانی اخراج (Thermionic emission) اور ڈائیوڈ ٹیوب (diode tube)

جب کسی دھات کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کے اندرونی الیکٹرون حرارتی توانائی کی وجہ سے تیزی سے حرکت کرنے لگتے ہیں۔ کئی ایک الیکٹرون کی رفتار اتنی زیادہ ہو جاتی ہے کہ وہ نیوکلیس کے مثبت بار کی کشش پر حاوی ہو جاتی ہے۔اس صورت میں الیکٹرون دھات کی سطح سے فضا میں خارج ہو جاتے ہیں۔اس عمل کو حرّ رُوانی اخراج یا تھرمیونک امیشن (thermionic emission) کہتے ہیں۔

> ہر دہکتی ہوئی دھات میں سے الیکٹرون خارج ہوتے ہیں۔الیکٹرون کا اخراج اُتنا ہی زیادہ ہوگا جتنا کہ دھات کا درجۂ حرارت زیادہ ہوگا۔

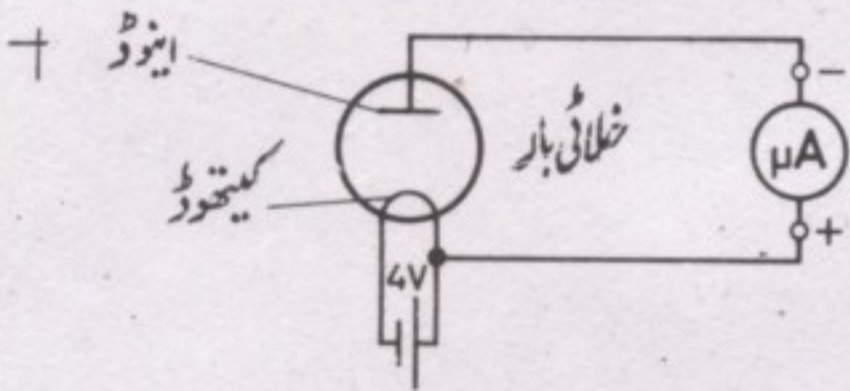
ایموڈ

خلائی بار

کیتھوڈ

μA

4V

611/1 : الیکٹرون کے ... پیمائش

حرّ رُوانی یا تھرمیونک ٹیوبوں میں جس برقیرے کو گرم کر کے الیکٹرون حاصل کیے جاتے ہیں کیتھوڈ کہلاتا ہے۔جو برقیرہ الیکٹرون اپنی طرف کھینچتا ہے وہ اینوڈ کہلاتا ہے۔اِن دو برقیروں پر مشتمل خلائی ٹیوب کو خلائی ڈائیوڈ کہتے ہیں۔

خارج شدہ الیکٹرون کیتھوڈ کے گرد جمع ہو جاتے ہیں جس کی وجہ سے اس کے گرد منفی بار کا ایک حلقہ بن جاتا ہے۔اس کو خلائی بار کا حلقہ کہتے ہیں۔ ہر خارج شدہ الیکٹرون کی وجہ سے کیتھوڈ پر ایک مساوی مثبت بار پیدا ہو جاتا ہے۔ان دونوں حقائق کی وجہ سے نئے خارج ہونے والے الیکٹرون دوبارہ کیتھوڈ کی طرف دفع ہو جاتے ہیں۔جب اینوڈ پر کوئی برقی دباؤ نہیں ہوتا تو بہت کم الیکٹرون جو کہ بہت تیز رفتاری سے حرکت کر رہے ہوتے ہیں، اینوڈ تک پہنچ پاتے ہیں۔

612/1 : بالواسطہ گرم کردہ ریکٹی فائر ٹیوب

612 خلائی ڈائیوڈ ٹیوب ریکٹی فائر (Vaccum diode tube rectifier)

خلائی ڈائیوڈ ٹیوب دو برقیروں اینوڈ اور کیتھوڈ پر مشتمل ہوتی ہے۔یہ دونوں برقیرے ایسی ٹیوب میں بند کر دیے جاتے ہیں جس میں کہ خلا پیدا کی ہوتی ہے۔ اگر ٹیوب کا کیتھوڈ ٹنگسٹن کا بنا ہوا ہو تو اس کو اِتنا گرم کرنا پڑتا ہے کہ اس کی دہک سفید ہو جائے۔اس صورت میں کیتھوڈ سے کافی الیکٹرون خارج ہونے لگتے ہیں۔اِس قسم کے کیتھوڈ صرف ٹرانسمیٹر ٹیوب میں استعمال کیے جاتے ہیں۔تابشی کیتھوڈ ٹیوب کے کیتھوڈ پر آکسائیڈ (بیریم آکسائیڈ) کی تہہ جمائی ہوتی ہے۔آکسائیڈ کیتھوڈ °800 سینٹی گریڈ پر بھی کافی الیکٹرون خارج کرنا شروع کر دیتے ہیں۔

کیتھوڈ کو براہِ راست یا بالواسطہ طور پر گرم کیا جا سکتا ہے (شکل 612/2) ۔ براہِ راست گرم کردہ کیتھوڈ کے حراری فیتہ پر آکسائیڈ کی تہہ جمائی ہوتی ہے۔ بالواسطہ گرم کردہ

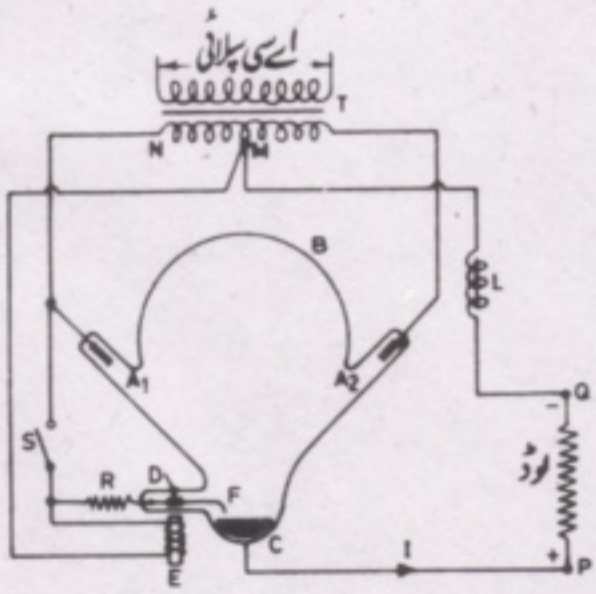
612/2 کیتھوڈ کی قسمیں

کیتھوڈ میں حراری فلامنٹ اور کیتھوڈ کا آپس میں کوئی برقی ربط نہیں ہوتا ہے۔کیتھوڈ حراری فلامنٹ کے گرد ایک دھاتی خول کی شکل میں نصب ہوتا ہے۔ اس دھاتی (عموماً نکل) خول پر آکسائیڈ کی تہہ جمائی ہوتی ہے۔

اینوڈ کی شکل سلنڈر نما ہوتی ہے۔ جب اینوڈ کا برقی دباؤ کیتھوڈ کے لحاظ سے مثبت ہوتا ہے تو کیتھوڈ سے خارج شدہ الیکٹرون اینوڈ کی طرف حرکت کرنے لگتے ہیں اور بیرونی سرکٹ میں برقی رَو بہنے لگتی ہے۔ اگر اینوڈ کا برقی دباؤ منفی ہو تو الیکٹرون کیتھوڈ کی طرف دفع ہو جاتے ہیں اور بیرونی سرکٹ میں برقی رَو نہیں بہتی ہے۔ اس طرح جب ڈائیوڈ پر اُلٹرنیٹنگ برقی دباؤ کا اطلاق کیا جائے تو بیرونی سرکٹ میں برقی رَو صرف اُس وقت بہتی ہے جب اینوڈ مثبت ہوتا ہے منفی نصف سائیکل کے دوران برقی رَو نہیں بہتی۔ اس طرح مزاحمت 'R_L' میں سے گزرنے والی برقی رَو ارتعاشی ڈائریکٹ برقی رَو ہو گی۔

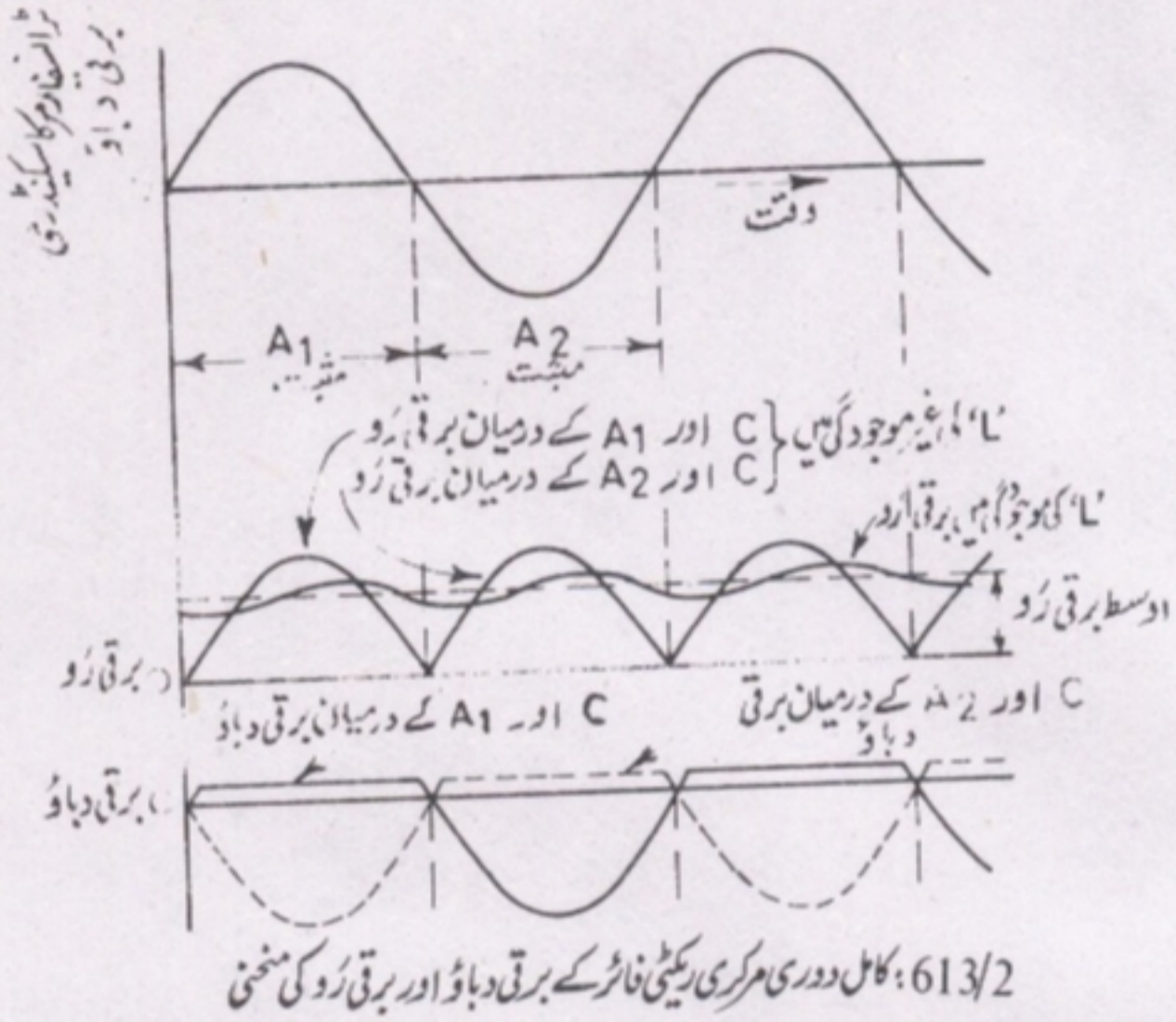
خلائی ڈائیوڈ ٹیوب کم مقدار کی آلٹرنیٹنگ برقی رَو (100 ملی ایمپیئر) کی ریکٹی فیکیشن کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ مثلاً ریڈیو اور ٹیلی ویژن وغیرہ میں۔ خلائی ڈائیوڈ ٹیوبیں بہت زیادہ معکوس میلانی برقی دباؤ (reverse bias voltage) (220 کلو وولٹ) کے لیے بنائی جا سکتی ہیں معکوس میلانی برقی دباؤ سے مراد غیر ایصالی حالت میں برقی دباؤ ہے۔ دیگر قسم کے ریکٹی فائر کی نسبت ایصالی حالت میں خلائی ٹیوب پر برقی دباؤ کا ضیاع نسبتاً زیادہ ہوتا ہے۔ مختلف قسم کی ٹیوبوں میں یہ ضیاع 50 سے 1000 وولٹ تک ہو سکتا ہے۔

613 مرکری ٹیوب ریکٹی فائر (Mercury tube rectifier)

مرکری ریکٹی فائر میں پارہ (مرکری) کیتھوڈ کے طور پر عمل کرتا ہے۔ علاوہ ازیں پارے کے بخارات برقی رَو کے حامل کا کام کرتے ہیں۔ یہ ریکٹی فائر شیشے کے ایک بلب پر مشتمل ہوتا ہے (شکل 613/1)۔ اس میں پارے کے لیے ایک کپ 'C' سا بنا ہوتا ہے۔ 'A_1' اور 'A_2' دو اینوڈ ہیں۔ بلب کو بند کرنے سے پہلے اس میں خلا پیدا کیا جاتا ہے۔ دونوں اینوڈ ٹرانسفارمر 'T' کی سیکنڈری وائینڈنگ کے دو سروں سے ملا دیے جاتے ہیں۔ اینوڈ اور کیتھوڈ کے درمیان شعلے کے آغاز کا طریقہ شکل 613/1 میں دکھایا گیا ہے۔ ایک لچکدار برقیرے 'F' پر ایک لوہے کا ٹکڑا 'D' لگا ہوتا ہے۔ لوہے کے ٹکڑے کے بالکل نیچے ایک برقی مقناطیس لگا ہوتا ہے۔ جب سوئچ 'S' کو بند کیا جاتا ہے، تو لوہے کے ٹکڑے پر مقناطیسی کشش عمل کرتی ہے جس کی وجہ سے برقیرے 'F' میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے اور اس طرح برقیرے 'F' کا پارے کے کپ کے ساتھ بار بار ربط ہوتا ہے اور ٹوٹ جاتا ہے۔ ہر بار جب سرکٹ منقطع ہوتا ہے تو 'F' اور 'C' کے درمیان شعلہ پیدا ہوتا ہے جس کی وجہ سے پارہ بخارات میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ بخارات کے منفی آئن مثبت الیکٹروڈ کی طرف کھنچ جاتے ہیں۔ اس کے بعد سوئچ 'S' آف کر دیا

613/1: کامل دوری مرکری ریکٹی فائر

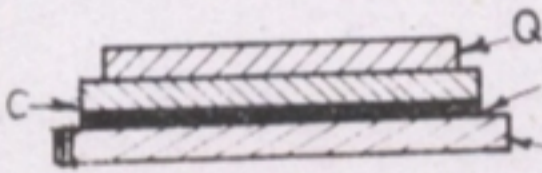
جاتا ہے۔ اگر نوڈ برقی رَو ایک خاص قیمت سے کم ہو تو شعلے کا تسلسل ٹوٹ جاتا ہے اور یہ بجھ جاتا ہے۔

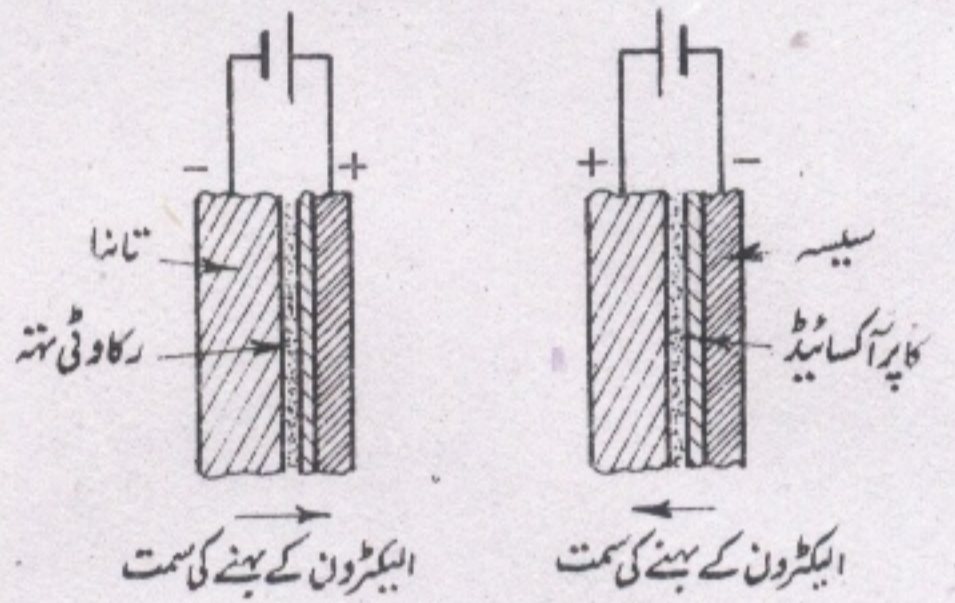
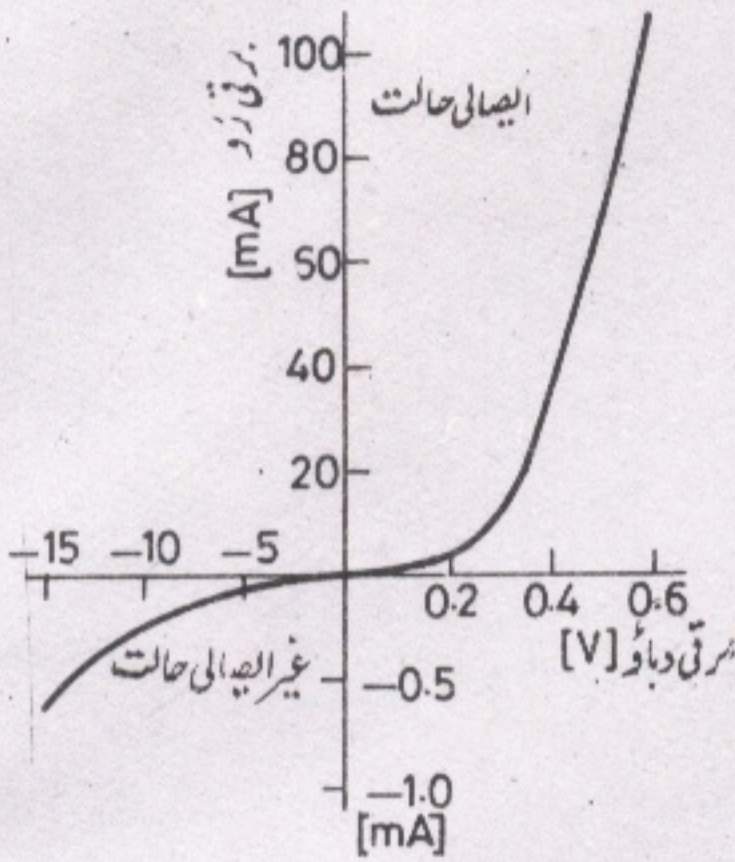
سرکٹ میں دکھایا گیا کوائل برقی رَو کے ارتعاشات (current ripples) کو ہموار کرنے میں مدد دیتا ہے اس لیے اسے فِلٹر کوائل (filter coil) کہتے ہیں۔ اس کی غیر موجودگی میں برقی رَو ہر سائیکل میں دو بار صفر ہو جائے گی۔ مناسب تبرید

613/2: کامل دوری مرکزی ریکٹی فائر کے برقی دباؤ اور برقی رَو کی منحنی

(ٹھنڈک) کے لیے بلب 'B' کافی بڑا اور گنبد نما ہوتا ہے تاکہ ریکٹی فائر کا درجۂ حرارت زیادہ بڑھنے نہ پائے۔

614 دھاتی ریکٹی فائر (Metal rectifier)

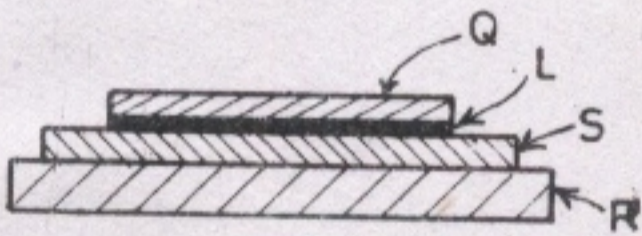
دھاتی ریکٹی فائر کا عمل دھاتی موصل اور نیم موصل کے درمیان رکاوٹی تہہ کے ریکٹیفائی کرنے کی خاصیت پر منحصر ہوتا ہے۔ دھاتی ریکٹیفائر کی دو تجارتی اقسام ہیں (ا) کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر اور (ب) سیلینیم ریکٹی فائر۔

کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر۔ تانبے کے ایک قرص یا پلیٹ 'P' پر منحصر ہوتا ہے جس کے ایک طرف خاص حرارتی عمل کے ذریعہ کاپر آکسائیڈ (Cu_2O) کی تہہ چڑھائی جاتی ہے۔ نرم دھات (سیسہ وغیرہ) کی واشر 'Q' کے ذریعہ کاپر آکسائیڈ کی بیرونی سطح سے ربط قائم کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل 614/1 میں دکھایا گیا ہے۔ کاپر آکسائیڈ کی تہہ پر دھات کی تہہ چھڑک کر بھی ربط قائم کیا جا سکتا ہے۔ جب آکسائیڈ کی تہہ تانبے کے لحاظ سے مثبت ہو تو رکاوٹی تہہ میں سے برقی رَو آسانی سے گزر سکتی ہے سمتِ معکوس میں اس تہہ کی مزاحمت بہت زیادہ ہوتی ہے۔ یہ عمل اس حقیقت پر منحصر ہوتا ہے کہ تانبے کے قرص میں آزاد الیکٹرون باافراط دستیاب ہوتے ہیں۔ جب تانبے کا قرص برقی طور پر منفی ہوتا ہے تو آزاد الیکٹرون قرص سے خارج ہو کر رکاوٹی تہہ میں سے گزر جاتے ہیں، جیسا کہ شکل 614/2 میں واضح کیا گیا ہے۔ شکل میں سب تہیں بہت موٹی دکھائی گئی ہیں، حقیقتاً ان کی موٹائی بہت کم ہوتی ہے (کاپر آکسائیڈ کی تہہ کی موٹائی تقریباً 0.1 ملی میٹر اور رکاوٹی تہہ کی موٹائی تقریباً 70×10^{-6} ملی میٹر ہوتی ہے)۔ کاپر

614/1: کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر

آکسائیڈ کی نیم موصل تہہ میں نسبتاً کم آزاد الیکٹرون ہوتے ہیں۔ اس لیے جب برقی دباؤ کے مبداء کی قطبیّت الٹ دی جائے یعنی آکسائیڈ کی تہہ کاپر کے لحاظ سے منفی ہو (شکل 614/2) تو آکسائیڈ کی تہہ میں سے بہت کم الیکٹرون خارج ہو کر رکاوٹی تہہ میں سے گزر سکتے ہیں۔

614/2: کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر کا عمل

614/3: کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر کی منحنیٔ مخصوص

شکل 614/3 میں دکھایا گیا گراف کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر کی منحنیٔ مخصوص کو ظاہر کرتا ہے۔ اس گراف سے عیاں ہے کہ جب ایصالی حالت میں برقیروں کے درمیان برقی دباؤ 0.2 وولٹ سے زیادہ ہو تو برقی دباؤ میں بہت کم اضافہ برقی رَو میں نسبتاً بہت زیادہ اضافہ کا باعث ہوتا ہے۔

کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر کا نقص یہ ہے کہ ایک ریکٹی فائر کے لیے معکوس میلانی برقی دباؤ 10 وولٹ تک محدود ہوتا ہے، اس لیے یہ ریکٹیفائر صرف پیمائشی آلات اور مواصلاتی سرکٹوں میں استعمال کیے جاتے ہیں۔

سلینیم ریکٹی فائر (Selenium rectifier)۔ یہ ایلومینیم یا فولاد کی پلیٹ یا قرص 'P' پر مشتمل ہوتا ہے جس کے اوپر سلینیم کی ایک باریک تہہ 'S' چڑھائی ہوتی ہے (شکل 614/4)۔ سلینیم کے اوپر کیڈمیم کا بھرت 'Q' چھڑک دیا جاتا ہے۔ خاص حراری طریقہ سے سلینیم اور بھرت کے درمیان رکاوٹی تہہ 'L' پیدا کی جاتی ہے۔

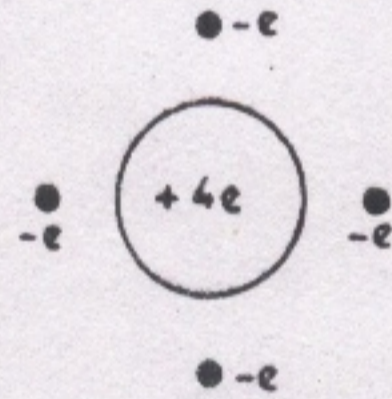
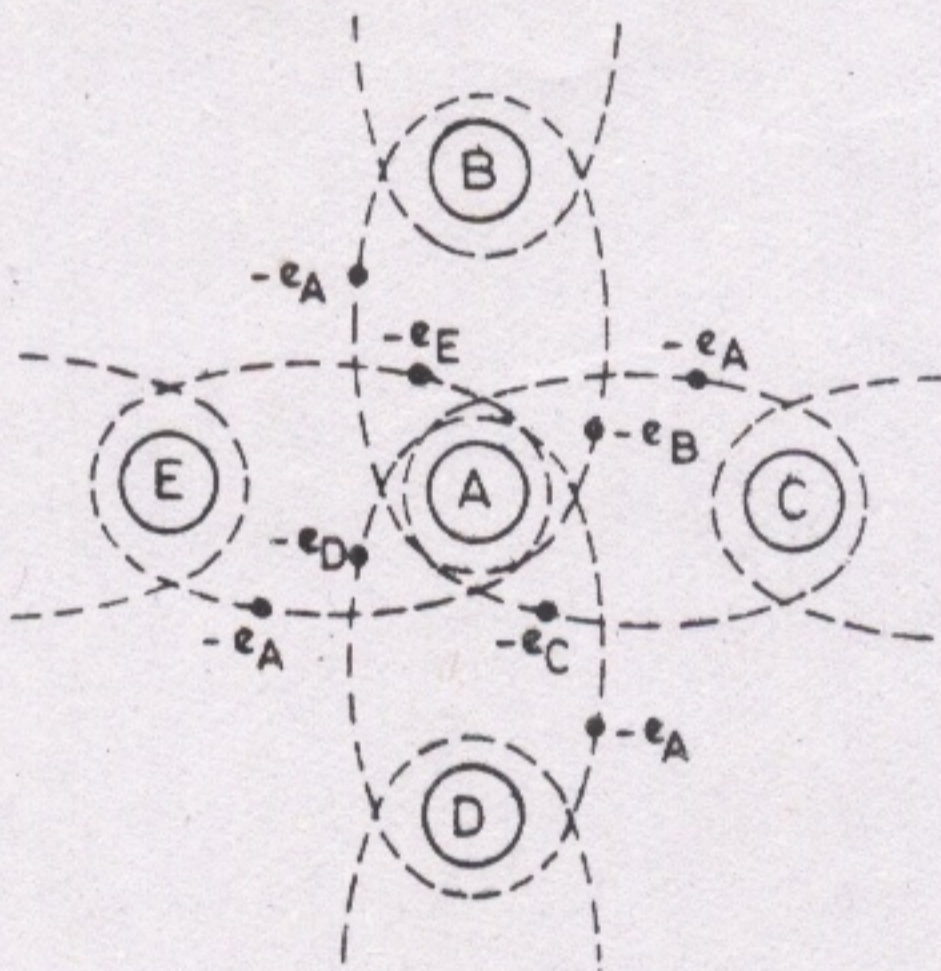
614/4: سلینیم ریکٹی فائر

سلینیم ریکٹی فائر کی منحنیٔ مخصوص بھی کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر کی طرح ہوتی ہے۔ البتہ ایصالی حالت میں ریکٹیفائر پر برقی دباؤ کا ضیاع کاپر آکسائیڈ ریکٹی فائر سے 50 سے 80 فیصد زیادہ ہوتا ہے۔ البتہ یہ ریکٹی فائر 30 وولٹ تک کے معکوس میلانی برقی دباؤ کے متحمل ہو سکتے ہیں۔ زیادہ برقی دباؤ پر استعمال کے لیے کئی یونٹ ہم سلسلہ ترتیب میں لگا لیے جاتے ہیں۔

62 نیم موصل ریکٹی فائر (Semiconductor rectifier)

621 نیم موصل میٹیریل کے ایٹم کی ساخت (Atomic structure of semiconductor materials)

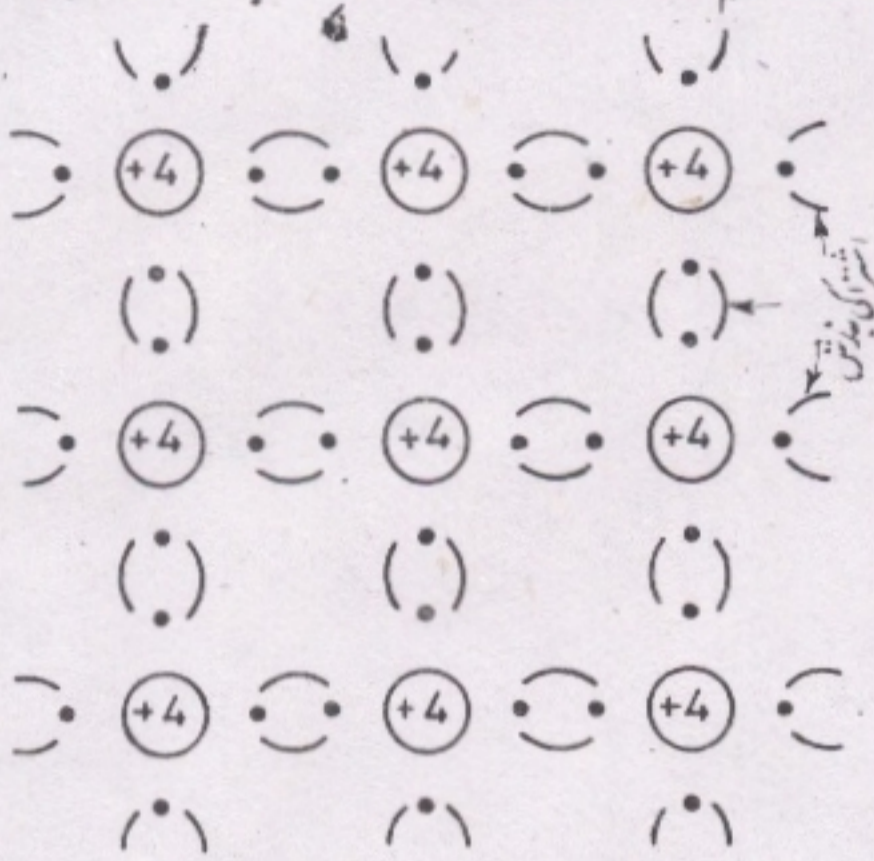
جرمینیم اور سیلیکون دونوں عناصر نیم موصل اجزائے سرکٹ بنانے میں بہت زیادہ استعمال ہوتے ہیں۔نیم موصل عناصر مفرد قلم کی شکل میں ہوتے ہیں۔قلم سے ایک ایسا ٹھوس جسم مراد ہے جس کے ایٹم ایک خاص ترتیب رکھتے ہوں۔اِن عناصر کے ایٹم کے بیرونی مدار میں چار الیکٹرون ہوتے ہیں، اس لیے ان کی ویلینسی چار ہوتی ہے۔اگر یہ چاروں الیکٹرون ایٹم کو چھوڑ دیں تو بقیہ ایٹم (آئن) پر ایک مثبت بار رہ جائے گا جو کہ 4e کے برابر ہوگا (e ایک الیکٹرون کے بار کے برابر ہے)۔

621/1 منفرد جرمینیم ایٹم

621/2 الیکٹرون کی اشتراکی بندش

شکل 621/1 میں ایک ایسا ہی ایٹم دکھایا گیا ہے جس میں دائرہ 4e بار والے آئن کو، اور چار نقطے ویلنس الیکٹرون کو ظاہر کرتے ہیں۔

جرمینیم اور سیلیکون کی قلمیں بہت سے ایٹموں پر مشتمل ہوتی ہیں۔اس حالت میں صورت حال اتنی سادہ نہیں ہوتی جتنی شکل 621/1 میں دکھائی گئی ہے۔ہر ایٹم اپنے گرد موجود چار دوسرے ایٹم کے ایک ایک ویلنس الیکٹرون بھی استعمال کرتا ہے تاکہ اُن کے بیرونی مدار میں الیکٹرون کی تعداد 8 ہو جائے جیسا کہ شکل 621/2 میں واضح کیا گیا ہے۔نقطہ دار خطوط الیکٹرون کے اصل مدار کو ظاہر نہیں کرتے بلکہ صرف یہ ظاہر کرتے ہیں کہ ایک الیکٹرون کون کون سے ایٹموں میں مشترک ہے۔الیکٹرون کا یہ اشتراک اشتراکی بندش (co-valent bond) کہلاتا ہے۔چونکہ ویلنس الیکٹرون کسی خاص ایٹم سے منسوب نہیں رہتے، اس لیے ایٹم مثبت آئن بن جاتا ہے (شکل 621/3)۔

جرمینیم اور سیلیکون کے ایٹم اس اشتراکی بندش کی وجہ سے ایک دوسرے سے بندھے رہتے ہیں۔ 273° سینٹی گریڈ پر یہ

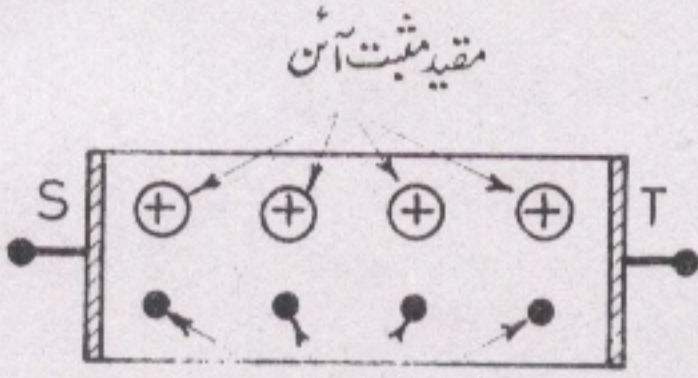
بندش اتنی سخت ہوتی ہے کہ کوئی آزاد الیکٹرون دستیاب نہیں ہوتا ہے۔ اس درجۂ حرارت پر خالص جرمینیم اور سلیکون کامل حاجز۔ (اگر 10^{10} حصّوں میں کثافت 1 حصّہ ہو تو قلم خالص سمجھی جاتی ہے اور نیم موصل خالص کہلاتا ہے۔) کے طور پر عمل کرتے ہیں۔ عام فضا کے درجۂ حرارت پر کئی ایک اشتراکی بندشیں ٹوٹ جاتی ہیں یعنی کئی ویلنس الیکٹرون اپنے ایٹموں سے آزاد ہو جاتے ہیں۔ درجۂ حرارت بڑھانے سے اِن الیکٹرون میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ لیکن یہ الیکٹرون بہت کم ہوتے ہیں اور ایسے نیم موصل میٹریل کی ایصالیت بہت کم ہوتی ہے اور ان کو تکنیکی مقاصد کے لیے استعمال نہیں کیا جاسکتا۔

621/3: اشتراکی بندش کا چہار ویلنس ایٹم

622 **این ٹائپ نیم موصل** (N-type semiconductor) ۔ خالص جرمینیم یا سیلیکون کی قلم میں مخصوص ملاوٹ کرنے سے ان کی ایصالیت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ مثلاً اگر خالص جرمینیم میں بہت تھوڑی مقدار میں (10^8 حصّوں میں ایک حصّہ) سرمہ، فاسفورس یا آرسینک وغیرہ کی ملاوٹ کر دی جائے تو بہت سے آزاد الیکٹرون دستیاب ہو جاتے ہیں جو کہ برقی رَو کے ایصال میں مدد دیتے ہیں۔

اِن عناصر کے ایٹم کے بیرونی مدار میں 5 ویلنس الیکٹرون ہوتے ہیں۔ ان کے مفرد ایٹم کو '5e' کے مثبت بار والے آئن اور 5 الیکٹرون کی مدد سے ظاہر کیا جاسکتا ہے (شکل 622/1)۔ جب ایک ایسا ایٹم جرمینیم کے قلم میں داخل ہوتا ہے تو یہ جرمینیم کے ایک ایٹم کی جگہ لے لیتا ہے۔ لیکن 5 الیکٹرون میں سے صرف چار اشتراکی بندش میں حصّہ لے سکتے ہیں اور ایک آزاد الیکٹرون حاصل ہوتا ہے جو کہ برقی رَو کے ایصال میں حصّہ لیتا ہے۔ یہ حالت شکل 622/2 میں دکھائی گئی ہے۔ 'A' سرمے کا آئن ہے جس کا مثبت بار '5e' ہے اور 'B' آزاد الیکٹرون ہے۔ اس طرح سے حاصل ہونے والے آزاد الیکٹرون بے ترتیبی سے حرکت کرتے رہتے ہیں۔ چونکہ 5 ویلنس الیکٹرون والے عناصر قلم میں داخل ہو کر آزاد الیکٹرون فراہم کرتے ہیں، اس لیے انہیں "ڈونر" (donor) کہتے ہیں اور ان عناصر سے ملاوٹ کے بعد حاصل شدہ قلمیں این ٹائپ نیم موصل میٹریل کہلاتی ہیں۔

622/1: سرمہ کا مفرد ایٹم

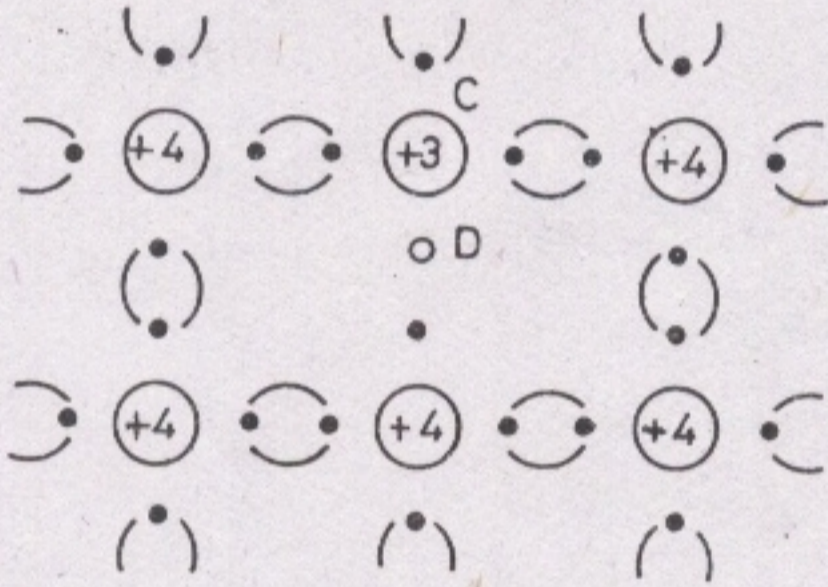
622/2: این ٹائپ نیم موصل

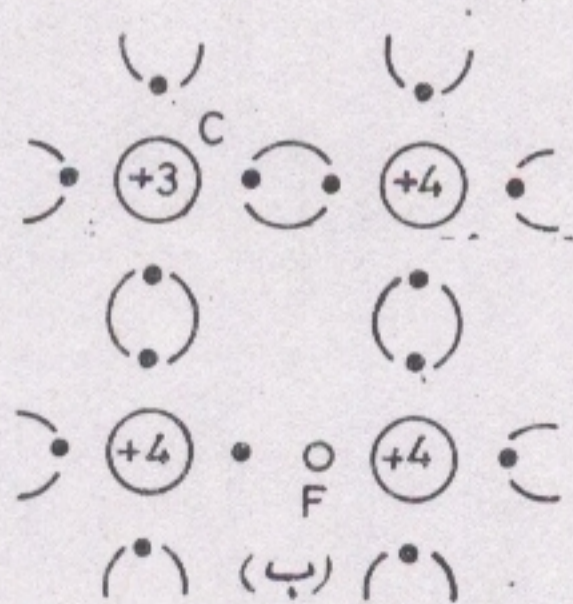
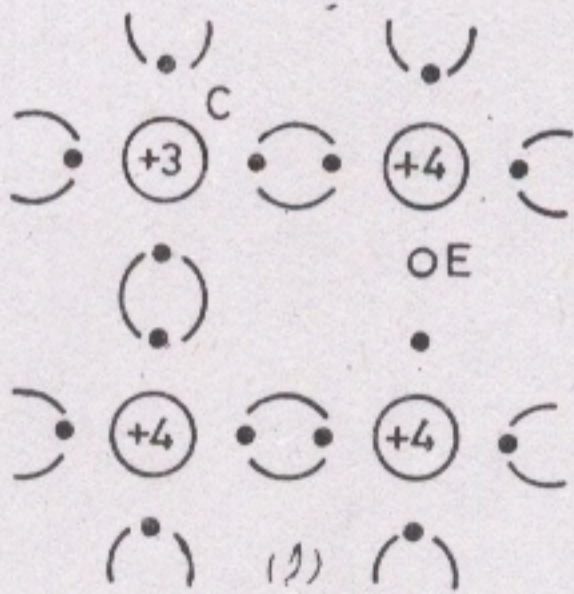
یہ امر قابلِ توجّہ ہے کہ سرمے کے آئن پر '5e' کے برابر مثبت بار ہے

اور اس کے الیکٹرون کا بار بھی '5e' ہے۔ اس لیے ملاوٹ شدہ قلم مجموعی طور پر تعدیلی ہوتی ہے۔ ڈونر ایٹم مقید مثبت آئن اور برابر تعداد میں آزاد الیکٹرون فراہم کرتے ہیں۔ شکل 622/3 میں آئن کو دائرہ سے اور الیکٹرون کو نقطہ سے ظاہر کیا گیا ہے۔

مقید مثبت آئن
S
T
آزاد الیکٹرون

622/3 : این ٹائپ نیم موصل

623 پی ٹائپ نیم موصل (P-type semiconductor

اگر خالص جرمینیم میں ایسے عناصر کی ملاوٹ کی جائے جن کے بیرونی مدار میں تین الیکٹرون ہوں۔ جیسے بورون، گیلیم، انڈیم اور ایلومینیم، تو اِن کا ایٹم بھی جرمینیم میں ایٹم کی جگہ لے لیتا ہے۔ یہ ایٹم صرف 3 ایسے الیکٹرون فراہم کرسکتا ہے جو کہ متصلہ جرمینیم ایٹم کے 4 الیکٹرون کے ساتھ اشتراکی بندش قائم کرسکیں۔ جیسا کہ شکل 623/1 میں دکھایا گیا ہے۔ 'C' انڈیم کا ایٹم ہے۔ اس طرح اِن ایٹموں کی اشتراکی بندش مکمل نہیں ہوتی ہے اور ایک الیکٹرون کی جگہ خالی رہ جاتی ہے، جسے شکل 623/1 میں چھوٹے دائرے 'D' سے ظاہر کیا گیا ہے۔ الیکٹرون کی خالی جگہ کو "سوراخ" کا نام دیا گیا ہے۔ ساتھ والے جرمینیم ایٹم کے اشتراکی الیکٹرون اس سوراخ کو مکمل کرسکتے ہیں اور اس طرح یہ سوراخ دوسرے ایٹم پر منتقل ہوجائے گا شکل 623/2 (ا) میں اسے E سے ظاہر کیا گیا ہے۔ کوئی اور اشتراکی بندشی الیکٹرون سوراخ کو مکمل کردے گا اور اس کی اپنی جگہ سوراخ پیدا ہوجائے گا۔ اس طرح سوراخ دوسرے ایٹم پر مثلاً 'F' پر منتقل ہوجائے گا (شکل 623/2 ب)۔

+4 +3 +4
C
D
+4 +4 +4

623/1 : پی ٹائپ نیم موصل

623/2: پی ٹائپ نیم موصل میں سوراخ کی حرکت

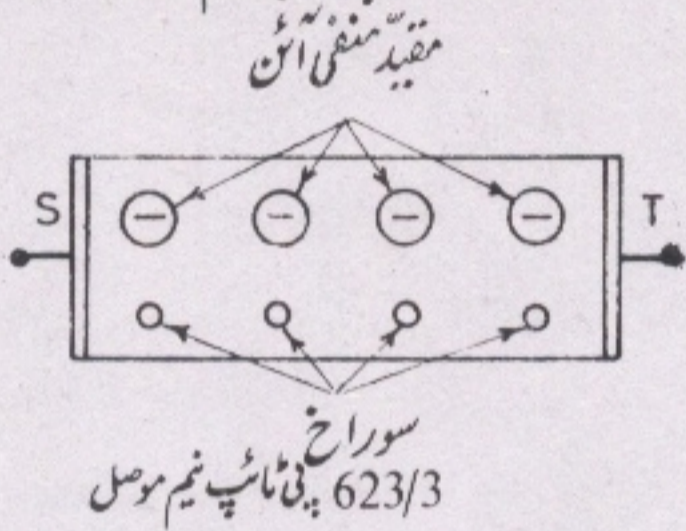
اگر نیم موصل پر کوئی بیرونی برقی میدان موجود نہ ہو تو سوراخ بے ترتیبی سے ایک اشتراکی بندش سے دوسری اشتراکی بندش پر منتقل ہوتے رہتے ہیں۔ ان کی رفتار آزاد الیکٹرون کی رفتار سے نصف ہوتی ہے۔ اس صورت میں نیم موصل میں سوراخوں کی کثافت یکساں ہوتی ہے۔

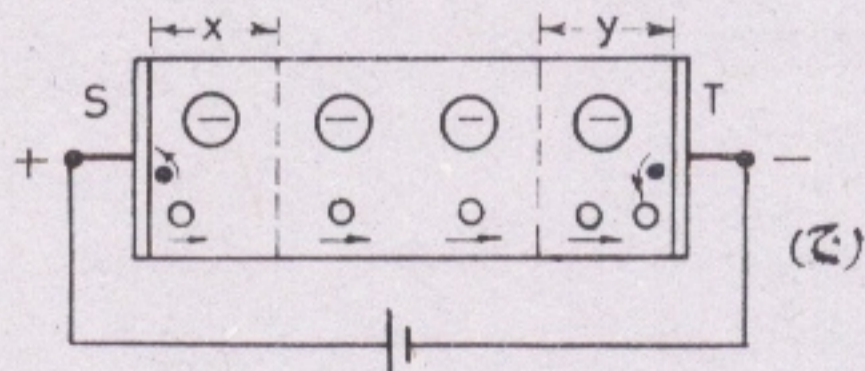
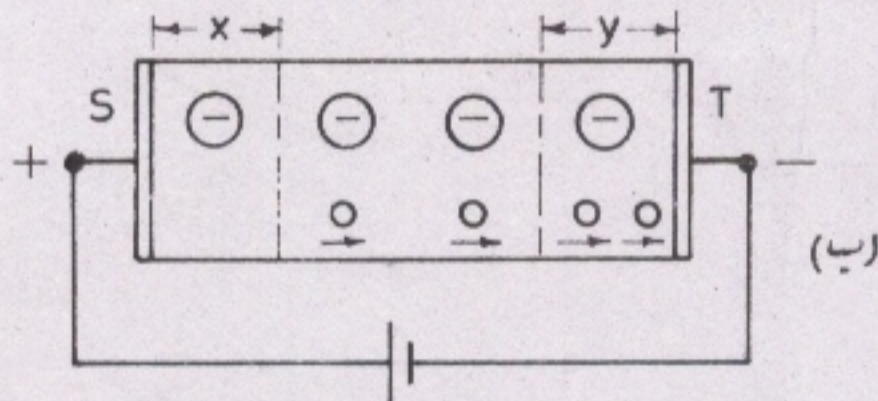
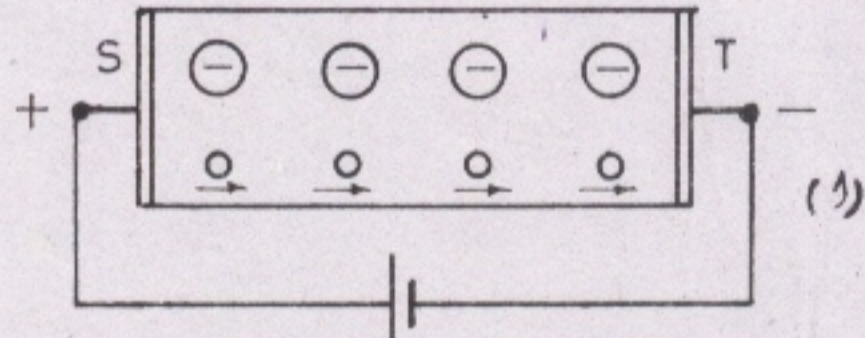
شکل 623/2 میں دکھائے گئے جرمینیم ایٹم 'E' اور 'F' کے نیوکلیس پر '4e' کے برابر مثبت بار ہے اور بیرونی مدار میں الیکٹرون کی تعداد 3 ہے۔ جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ سوراخ والا ایٹم ایک مثبت آئن ہوتا ہے جس کا بار 'e' کے برابر ہے۔ ایک ایٹم سے دوسرے ایٹم کی طرف سوراخ کی حرکت مثبت بار کی حرکت تصور کی جاسکتی ہے۔ اس طرح یہ سوراخ مثبت بار کے ایصال کا باعث بنتا ہے۔ ایسے میٹریل جن کی ملاوٹ سے سوراخ حاصل ہوں قبولندہ (accepter) کہلاتے ہیں کیونکہ ان کا ایٹم ایک الیکٹرون قبول کرلیتا ہے۔ ملاوٹ کے بعد حاصل شدہ قلمیں پی ٹائپ نیم موصل کہلاتی ہیں۔

مقیدّ منفی آئن

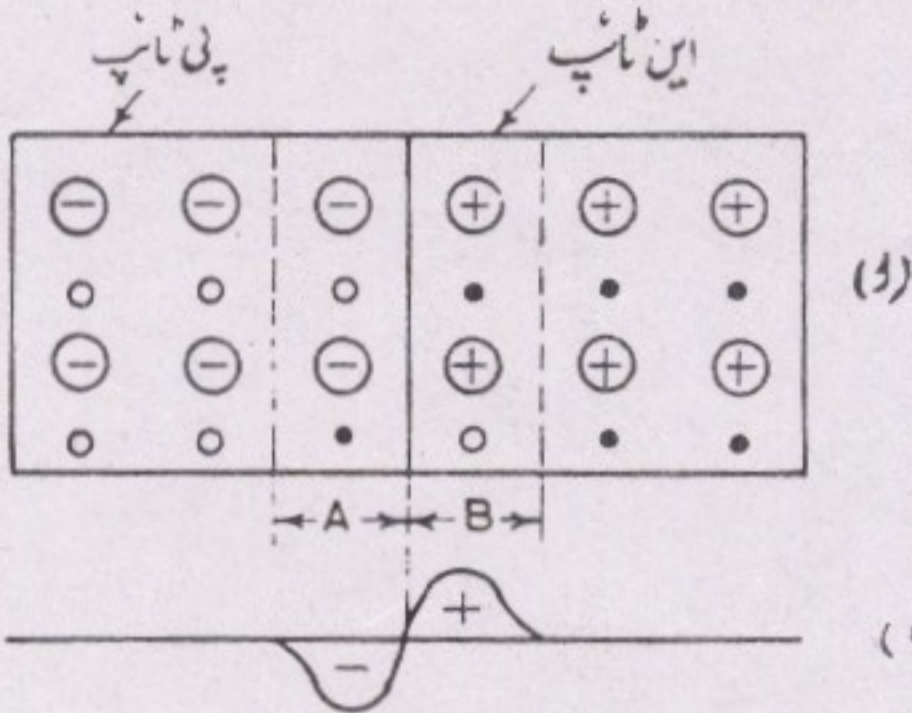
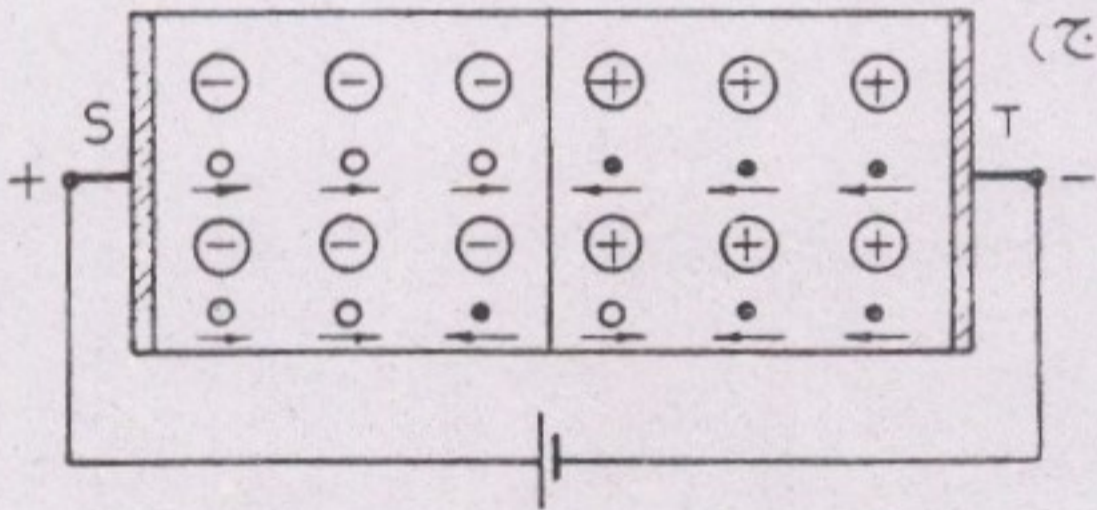
S T

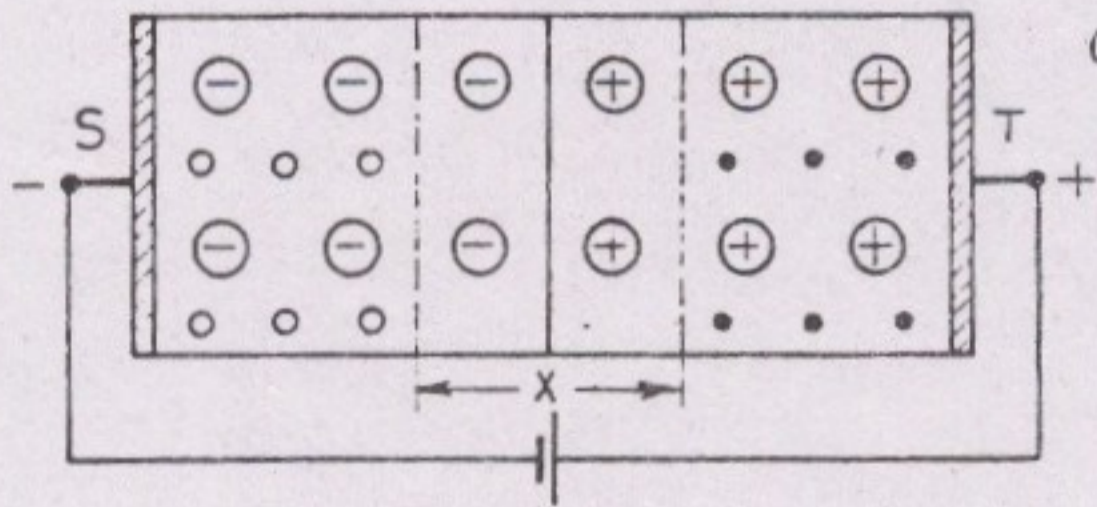
سوراخ

623/3 پی ٹائپ نیم موصل

شکل 623/3 سے ظاہر ہے کہ جب تین ویلنس الیکٹرون والے ایٹم کی چار اشتراکی بندشیں مکمل ہو جاتی ہیں تو نیوکلیس کا بار '3e' اور اس کے بیرونی مدار پر 4 الیکٹرون ہوتے ہیں جن کا بار '4e' ہے۔ لہٰذا ایسے ایٹم منفی آئن ہوتے ہیں جن کا بار 'e' کے برابر ہوتا ہے۔ ایسے ہر آئن کے ساتھ قلم میں ایک سوراخ ہوتا ہے۔ اس طرح قبولندہ ایٹم مقیدّ منفی آئن اور اسی تعداد کے برابر آزاد سوراخ فراہم کرتے ہیں۔

اگر پی ٹائپ نیم موصل پر لگے ہوئے دھاتی برقیروں پر برقی دباؤ کا اطلاق کیا جائے جیسا کہ شکل 623/4 (ا) میں دکھایا گیا ہے تو برقیرہ 'S'، برقیرہ 'T' کے لحاظ سے مثبت ہو جائے گا منفی آئن مقیدّ ہونے کی وجہ سے حرکت

623/4: اطلاق برقی دباؤ کے زیر اثر پی ٹائپ نیم موصل میں سوراخ کا منتقل ہونا

نہیں کرسکتے ہیں۔مثبت سوراخ 'T' کی طرف حرکت کرنا شروع کر دیتے ہیں۔جس کی وجہ سے منطقہ 'X' کا مجموعی بار منفی اور منطقہ 'Y' کا مجموعی بار مثبت ہو جاتا ہے (شکل 623/4 ا)۔مثبت بار برقیرہ 'T' سے الیکٹرون کو منطقہ 'Y' میں کھینچتا ہے اور منطقہ 'X' کا منفی بار الیکٹرون کو برقیرہ 'S' کی طرف دھکیلتا ہے۔منطقہ 'Y' میں الیکٹرون سوراخوں کو تعدیل کر دیتے ہیں اور جب اشتراکی بندش کے الیکٹرون منطقہ 'X' سے برقیرہ 'S' پر جاتے ہیں تو اپنے پیچھے سوراخ چھوڑ جاتے ہیں۔سوراخوں کے تعدیل ہونے کی شرح اور پیدا ہونے کی شرح برابر ہوتی ہے۔پی ٹائپ نیم موصل میں سوراخوں کی حرکت کی وجہ سے برقی رَو بہتی ہے۔سوراخوں کی حرکت برقی رَو کی سمت میں یعنی مثبت برقیرہ 'S' سے منفی برقیرہ 'T' کی طرف ہوتی ہے۔

624 جنکشن ڈائیوڈ (Junction diode)

ایک قلم جس کے ایک نصف حصّہ میں پی ٹائپ کی ملاوٹ اور دوسرے نصف حصّہ میں این ٹائپ کی ملاوٹ کی گئی ہو تو ایسی قلم پی این جنکشن کہلاتی ہے۔ پی ٹائپ کی نیم موصل تہہ حرکت پذیر سوراخوں اور اُسی تعداد میں مقیّد منفی آئن پر مشتمل ہوتی ہے۔اسی طرح این ٹائپ کی نیم موصل تہہ حرکت پذیر الیکٹرون اور اسی تعداد میں مقیّد مثبت آئن پر مشتمل ہوتی ہے۔لہٰذا ہر حصّہ مجموعی طور پر تعدیلی ہوتا ہے۔

بے ترتیب حرکت کی وجہ سے کئی ایک سوراخ جنکشن کی حد پار کر کے این ٹائپ کے حصّے میں پہنچ جاتے ہیں اور کئی ایک الیکٹرون حد پار کر کے پی ٹائپ کے حصّے میں داخل ہو جاتے ہیں جیسا کہ شکل 624/1 (ا) میں دکھایا گیا ہے۔

624/1: جنکشن ڈائیوڈ

اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ کچھ دیر کے بعد حد کے قریب پی ٹائپ کے حصّے میں منطقہ 'A' منفی طور پر باربردار ہو جاتا ہے اور اس میں مزید الیکٹرون داخل نہیں

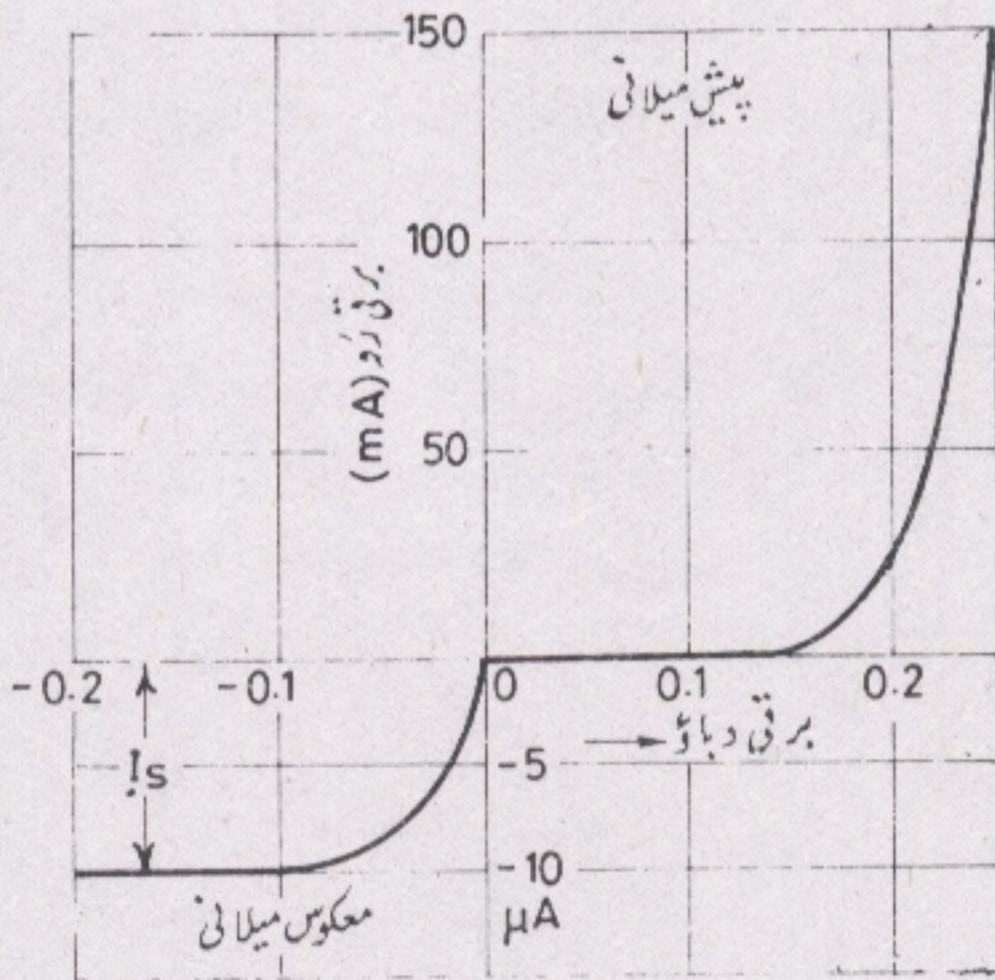
ہو پاتے۔ اسی طرح این ٹائپ کے حصے میں منطقہ 'B' مثبت طور پر باربردار ہو جاتا ہے اور مزید سوراخوں کو داخل ہونے سے روکتا ہے۔ یہ مثبت اور منفی بار جنکشن کے دونوں طرف جمع ہو کر (شکل 624/1 ب) ایک رکاوٹی تہہ بناتے ہیں۔

پیش میلانی حالت۔ اگر جنکشن کے سروں پر لگے ہوئے برقیروں 'S' اور 'T' پر برقی دباؤ کا مبدا اس طرح لگا دیا جائے کہ این ٹائپ نیم موصل سے لگا ہُوا برقیرہ 'T' منفی پول سے اور پی ٹائپ نیم موصل سے لگا ہُوا برقیرہ 'S' مثبت پول سے لگا دیا جائے جیسا کہ شکل 624/1 (ج) میں دکھایا گیا ہے تو برقی میدان کی سمت ایسی ہوتی ہے کہ پی ٹائپ نیم موصل میں سوراخ دائیں طرف اور این ٹائپ نیم موصل میں الیکٹرون بائیں طرف داخل ہو جاتے ہیں۔ اس طرح سے رکاوٹی تہہ کی تعدیل ہو جاتی ہے۔ این ٹائپ تہہ کے الیکٹرون جنکشن کو پار کر کے برقیرہ 'S' کی طرف چلے جاتے ہیں اور پی ٹائپ تہہ کے سوراخ جنکشن پار کر کے برقیرہ 'T' تک پہنچ جاتے ہیں۔ جہاں سے الیکٹرون خارج ہو کر سوراخ سے مل جاتے ہیں۔ برقیرہ 'S' سے حاصل کردہ الیکٹرون کی شرح برقیرہ 'T' سے خارج کردہ الیکٹرون کی شرح کے برابر ہوتی ہے۔ ہر الیکٹرون جو برقیرہ 'S' میں داخل ہو جاتا ہے، اپنے پیچھے ایک سوراخ چھوڑ جاتا ہے۔ اس طرح این ٹائپ تہہ میں برقی رَو کا ایصال الیکٹرون کے ذریعہ اور پی ٹائپ میں سوراخوں کے ذریعہ ہوتا ہے۔ جنکشن پر برقی دباؤ کی سمت پیش میلانی ہوتی ہے اور جنکشن پیش میلانی یا ایصالی حالت میں ہوتا ہے۔

معکوس میلانی حالت۔ اگر اطلاقی برقی دباؤ کے کنکشن اُلٹ دیے جائیں یعنی پی ٹائپ نیم موصل کی تہہ سے لگا ہُوا برقیرہ 'S' منفی اور این ٹائپ نیم موصل تہہ سے لگا ہُوا برقیرہ 'T' مثبت ہو تو پی ٹائپ نیم موصل کے سوراخ برقیرہ 'S' اور این ٹائپ نیم موصل کے الیکٹرون برقیرہ 'T' کی طرف اکٹھے ہو جاتے ہیں۔ اس طرح جنکشن کے قریب ایک ایسی تہہ پیدا ہو جاتی ہے جس میں نہ تو سوراخ موجود ہوتے ہیں اور نہ ہی آزاد الیکٹرون۔ اس لیے جنکشن حاجز کے طور پر عمل کرتا ہے۔ یہ حالت معکوس میلانی یا غیر ایصالی کہلاتی ہے (شکل 624/1 (د))۔

عملی طور پر ان نیم موصل حصوں میں حراری طور پر پیدا شدہ الیکٹرون اور سوراخوں کے جوڑے موجود ہوتے ہیں۔ اگرچہ ان کی تعداد بہت کم ہوتی ہے (اقلیتی بارگیرے) معکوس میلانی حالت میں ان کی وجہ سے بہت معمولی برقی رَو جنکشن میں سے گزرتی ہے۔ اس برقی رَو کو معکوس میلانی یا سیر شدہ برقی رَو 'I's' کہتے ہیں (شکل 624/1)۔

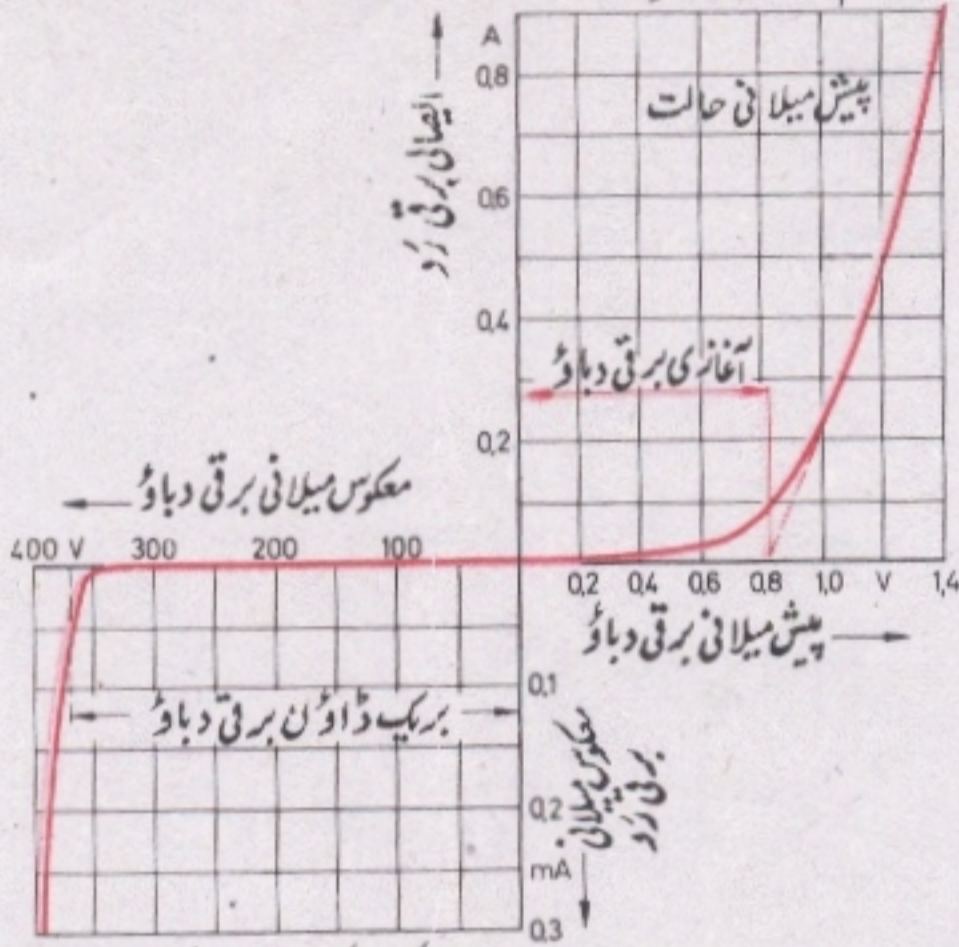
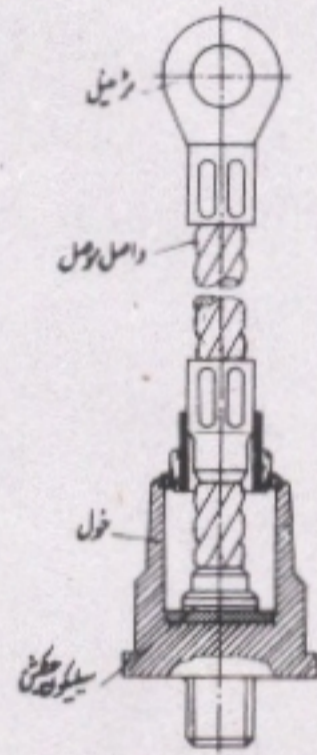
> اگر این ٹائپ مثبت اور پی ٹائپ منفی ہو تو پی این جنکشن ایصالی حالت میں ہوتا ہے۔

یہ خاصیت ریکٹی فیکیشن کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔

624/2 : جرمینیم جنکشن ڈائیوڈ کی منحنی مخصوص

625 سیلیکون ریکٹی فائر

100 وولٹ سے زیادہ برقی دباؤ ریکٹیفائی کرنے کے لیے سیلیکون کے بنے ہوئے نیم موصل ڈائیوڈ استعمال کیے جاتے ہیں۔ سیلیکون ریکٹیفائر زیادہ طاقت کے متحمل ہو سکتے ہیں۔ ان کی استعداد 90 فیصد سے زیادہ ہوتی ہے۔

سیلیکون ریکٹیفائر سیلیکون کے پی این جنکشن پر مشتمل ہوتا ہے جس کو ایک ہوابند دھاتی خول میں بند کیا ہوتا ہے۔

کم ایصالی برقی رَو والے سیلیکون ریکٹیفائر براہ راست چیسی پر کس دیے جاتے ہیں۔ 6 ایمپیئر سے زیادہ ظرفیت کے ریکٹیفائر (پاور ریکٹیفائر) کو ٹھنڈا کرنے کی ضرورت ہوتی ہے، اس لیے انہیں خاص قسم کے تبریدی اجسام پر نصب کیا جاتا ہے۔ اگر ریکٹیفائر کو ہوا کے ذریعہ ٹھنڈا رکھا جائے (مصنوعی خنکی نظام) تو یہ اپنی ظرفیت سے تین گنا زیادہ برقی رَو کے متحمل ہو سکتے ہیں۔

625/2: سیلیکون ریکٹیفائر کی منحنی مخصوص

625/1: سیلیکون ریکٹیفائر کی ساخت

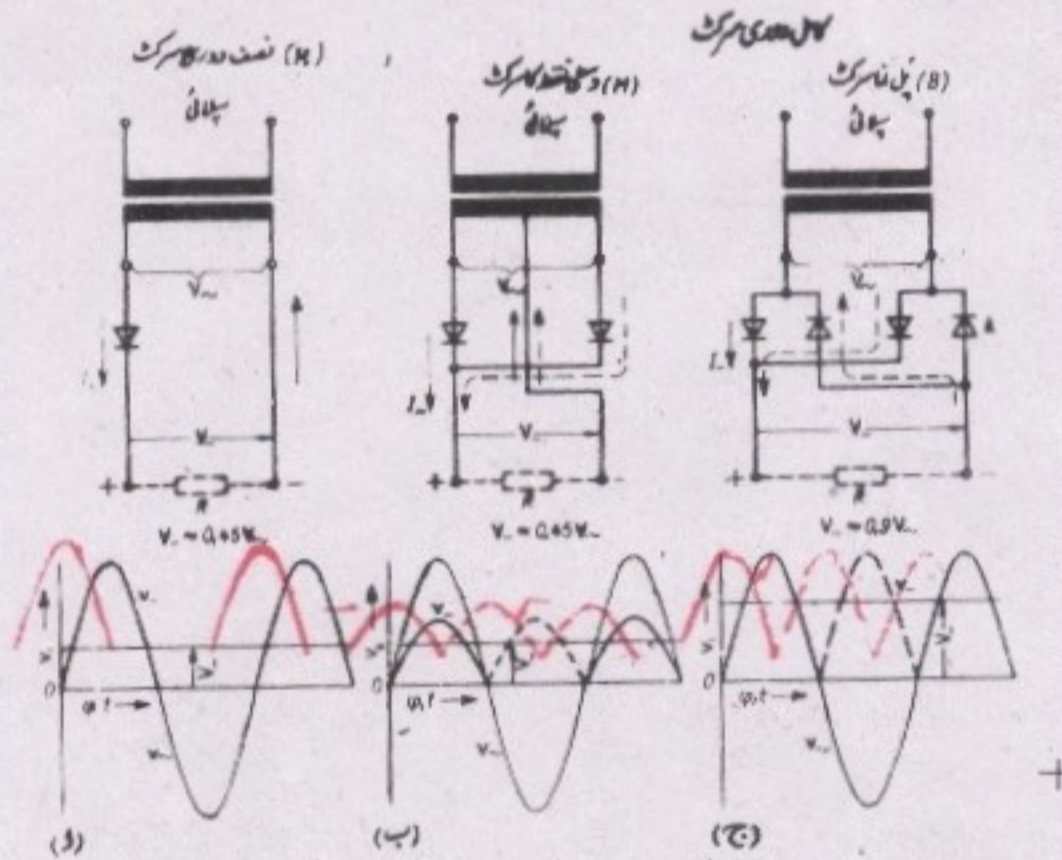
ایصالی حالت میں سیلیکون ریکٹیفائر کی منحنی جرمینیم ریکٹیفائر سے زیادہ ڈھلوانی ہوتی ہے۔ یعنی ایک ہی پیش میلانی برقی دباؤ کے لیے سیلیکون ریکٹیفائر میں زیادہ برقی رَو گزرتی ہے۔ منحنی مخصوص کے ڈھلوان ترین نقطہ پر جو برقی دباؤ ہوتا ہے، اُسے آغازی برقی دباؤ کہتے ہیں سیلیکون ریکٹیفائر کے لیے یہ برقی دباؤ 0.8 وولٹ ہوتا ہے۔

غیر ایصالی حالت میں معکوس میلانی برقی رَو بہت کم ہوتی ہے۔ جب معکوس میلانی برقی دباؤ ایک خاص قیمت پر پہنچتا ہے تو معکوس میلانی برقی رَو یکدم بہت زیادہ ہو جاتی ہے (شکل 625/2)۔ یہ برقی دباؤ بریک ڈاؤن برقی دباؤ کہلاتا ہے۔ ریکٹیفائر پر معکوس میلانی برقی دباؤ کی انتہائی قیمت بریک ڈاؤن برقی دباؤ تک کسی صورت نہیں پہنچنی چاہیے۔ سیلیکون ریکٹیفائر 1000 وولٹ تک کے نامی بریک ڈاؤن برقی دباؤ تک کے لیے بنائے جا سکتے ہیں جبکہ جرمینیم ریکٹیفائر کا نامی بریک ڈاؤن برقی دباؤ 250 وولٹ کے قریب ہوتا ہے۔ برقی رَو گزرنے کی وجہ سے ریکٹیفائر گرم ہو جاتے ہیں۔ ریکٹیفائر کا متحمل لوڈ اس امر پر منحصر ہوتا ہے کہ نیم موصل زیادہ سے زیادہ کتنے درجۂ حرارت تک خراب نہیں ہوتا اور اس کے علاوہ یہ خنکی نظام کی استعداد پر بھی منحصر ہوتا ہے۔ سیلیکون ڈائیوڈ کا مباح درجۂ حرارت 150° سینٹی گریڈ اور جرمینیم ڈائیوڈ کا مباح درجۂ حرارت 75° سینٹی گریڈ ہے۔ ایسے سیلیکون ریکٹیفائر دستیاب ہیں جو کہ 200 ایمپیئر سے زیادہ برقی رَو کے متحمل ہو سکتے ہیں۔ علاوہ ازیں سہ فیز برقی رَو کے سرکٹ کے لیے 1000 ایمپیئر سے زیادہ برقی رَو کے سیلیکون ریکٹیفائر بھی دستیاب ہیں۔ سیلیکون ریکٹیفائر بہت زیادہ استعمال کیے جاتے ہیں۔

63 ریکٹیفائر سرکٹ (Rectifier circuit)

631 سنگل فیز ریکٹیفائر سرکٹ

نصف دوری سرکٹ۔ ایک ڈائیوڈ سے صرف نصف دوری ریکٹی فیکیشن حاصل کی جاسکتی ہے (شکل 631/1 ا)۔ ایسے سرکٹ میں آلٹرنیٹنگ برقی دباؤ 'V' کے صرف ایک نصف سائیکل کے دوران برقی رو کا ایصال ہوتا ہے۔ اس طرح ایک ارتعاشی ڈائریکٹ برقی رو 'I' حاصل ہوتی ہے۔ نصف دوری ریکٹیفائر بہت کم استعمال ہوتے ہیں۔

کامل دوری سرکٹ۔ دو ڈائیوڈ کے سرکٹ سے کامل دوری ریکٹی فیکیشن حاصل کی جاسکتی ہے (شکل 631/1 (ب))۔ ایسے سرکٹ کو کامل دوری ریکٹیفائر کہتے ہیں۔ اسے وسطی نقطے کا سرکٹ (M سرکٹ) بھی کہتے ہیں۔ یہ سرکٹ صرف اُس صورت میں استعمال کیا جاتا ہے جب کہ اطلاقی برقی دباؤ ڈائیوڈ کے نامی معکوس میلانی برقی دباؤ کے نصف سے کم ہو۔ اس صورت میں صرف دو ریکٹیفائر پلیٹوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ برقی طاقت کا ضیاع بھی انہی دو ڈائیوڈ پر ہوتا ہے۔ اگر

631/1 : سنگل فیز آلٹرنیٹنگ برقی رو کے لیے ریکٹیفائر سرکٹ

ریکٹیفائی کیا جانے والا برقی دباؤ نامی معکوس میلانی برقی دباؤ کے نصف سے زیادہ ہو تو ہر برانچ میں دو ریکٹیفائر پلیٹوں کی ضرورت ہوگی۔

پل نما سرکٹ یا 'B' سرکٹ (شکل 631/1 (ج)) بھی کامل دوری ریکٹی فیکیشن کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ اس میں چار ڈائیوڈ پلیٹیں استعمال کی جاتی ہیں۔ لیکن اس صورت میں وسطی نقطہ کے ٹرانسفارمر کی نسبت چھوٹا ٹرانسفارمر درکار ہوتا ہے۔

سنگل فیز آلٹرنیٹنگ برقی رو نصف دوری اور کامل دوری سرکٹ کے ذریعہ ریکٹیفائی کی جاسکتی ہیں۔ کامل دوری ریکٹیفائر کے لیے وسطی نقطہ کا سرکٹ یا پل نما سرکٹ بنایا جاسکتا ہے۔

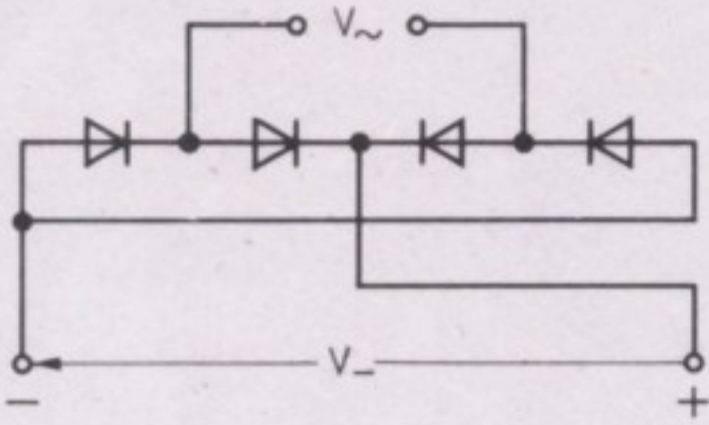
مثال : 220 وولٹ کے آلٹرنیٹنگ برقی دباؤ کو شکل 631/1(ج) میں دکھائے گئے پل نما سرکٹ کے ذریعہ ریکٹیفائی کرنا مطلوب ہے۔ لوڈ مزاحمت میں ڈائریکٹ برقی رَو -'I' 5 ایمپیئر ہے۔ ایسے سیلینیم ڈائیوڈ دستیاب ہیں جن کا نامی معکوس میلانی برقی دباؤ 25 وولٹ ہے۔ اگر مباح کثافت 'J' 50 ملی ایمپیئر فی مربع سینٹی میٹر ہو، تو :

(و) ہر برانچ میں ڈائیوڈ پلیٹوں کی تعداد 'n' اور پلیٹوں کی کُل تعداد 'N' معلوم کریں۔

(ب) ڈائیوڈ پلیٹ کا رقبہ 'A' معلوم کریں۔

(ج) بغیر لوڈ کے ڈائریکٹ برقی دباؤ '-V' کتنا ہوگا؟ $(V_- = 0.9 \times V_\sim)$

(د) ریکٹیفائر کا سرکٹ بنائیں۔

631/2 : پُل نما ریکٹیفائر کا سرکٹ

معلوم : $V_\sim = 220V \,;\, V_- = 25V$

$I_- = 5\,A \qquad J = 50 mA/cm^2 = 0.05\, A/cm^2$

$n_B = 4$

مطلوب : $n = ?\,; N = ? \;:\; A = ? \quad V_- = ?$

حل : (و)

$$n = \frac{V_\sim}{V_-} = \frac{220}{25} \approx 9$$

$$N = n \times n_B = 9 \times 4 = 36$$

(ب)

$$A = \frac{I_-}{J} = \frac{5}{0.05} = 100\ cm^2$$

(ج)

$$V_- = 0.9 \times V_\sim = 09 \times 220 = 198V$$

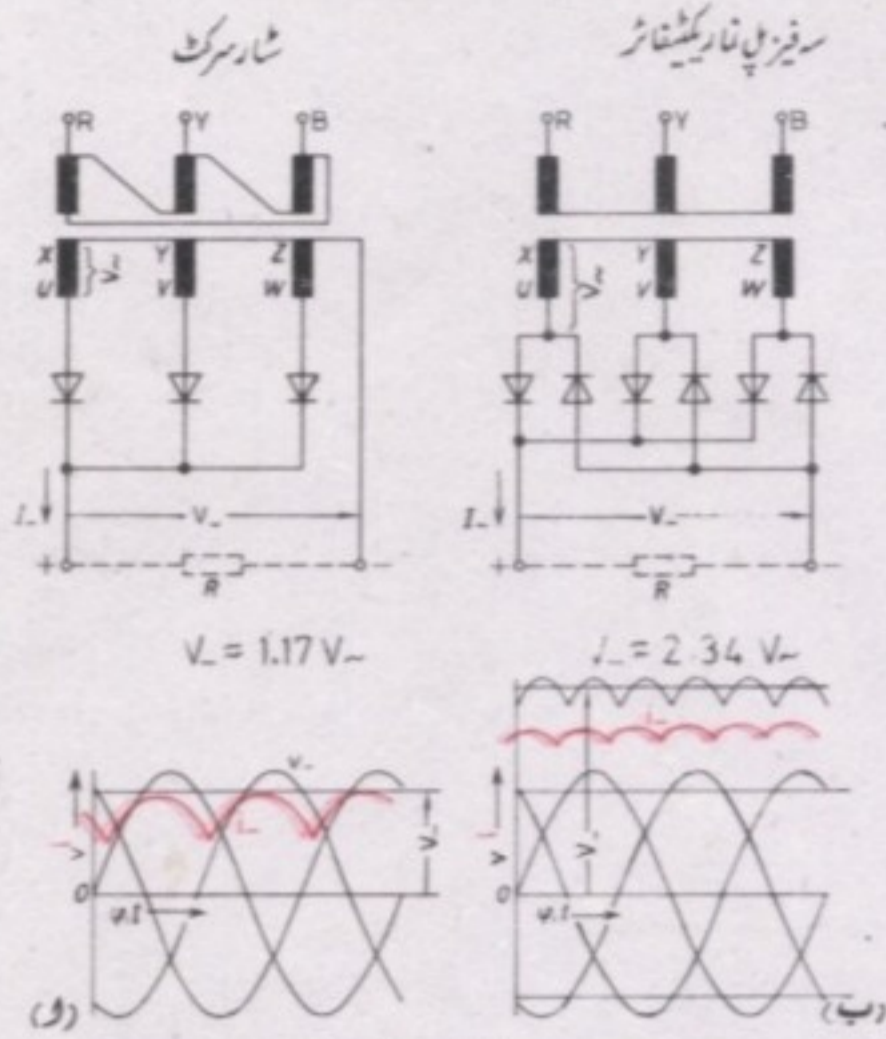
جواب : ہر برانچ کے لیے 9 ڈائیوڈ پلیٹوں کی ضرورت ہے جن کا رقبہ 100 مربع سینٹی میٹر ہونا چاہیے۔ علاوہ ازیں بغیر لوڈ ڈائریکٹ برقی دباؤ 198 وولٹ ہوگا۔

632 سہ فیز ریکٹیفائر

سہ فیز سرکٹ میں سٹار سرکٹ (S - سرکٹ) کی مدد سے ریکٹی فیکیشن کی جاسکتی ہے (شکل 632/1 -و)۔ سہ فیز برقی رَو کی صورت میں ریکٹیفائیڈ برقی رَو کی ارتعاشیت کم ہوتی ہے۔

سہ فیز پل نما ریکٹیفائر سرکٹ یا TB - سرکٹ (شکل 632/1 -ب) میں ارتعاشیت مزید کم ہو جاتی ہے، اس لیے یہ سرکٹ بکثرت استعمال ہوتا ہے۔

سہ فیز آلٹرنیٹنگ برقی رَو کو نصف دوری ریکٹیفائر سرکٹ اور کامل دوری ریکٹیفائر سرکٹ کے ذریعہ ریکٹیفائی کیا جاسکتا ہے۔

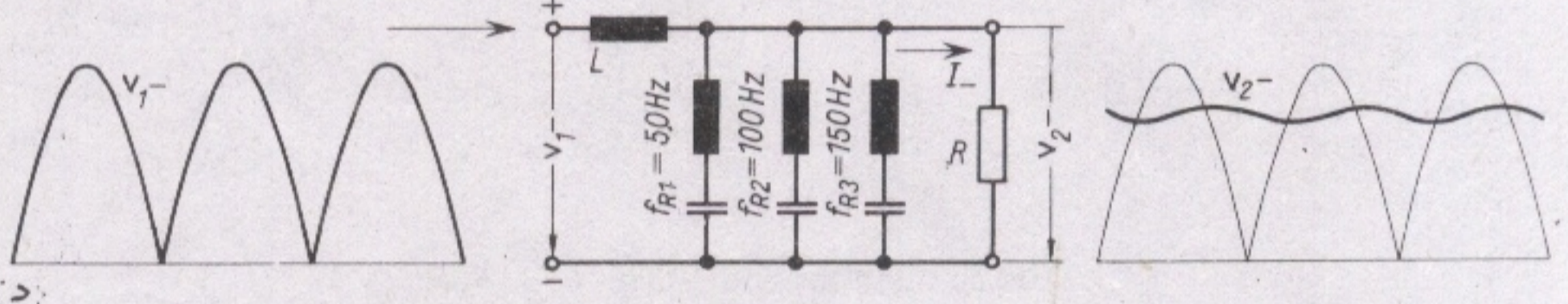
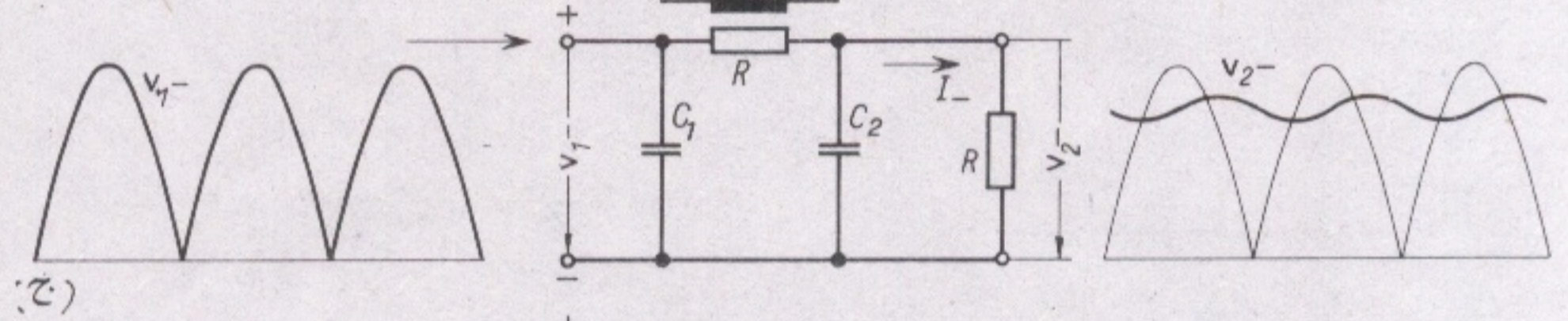
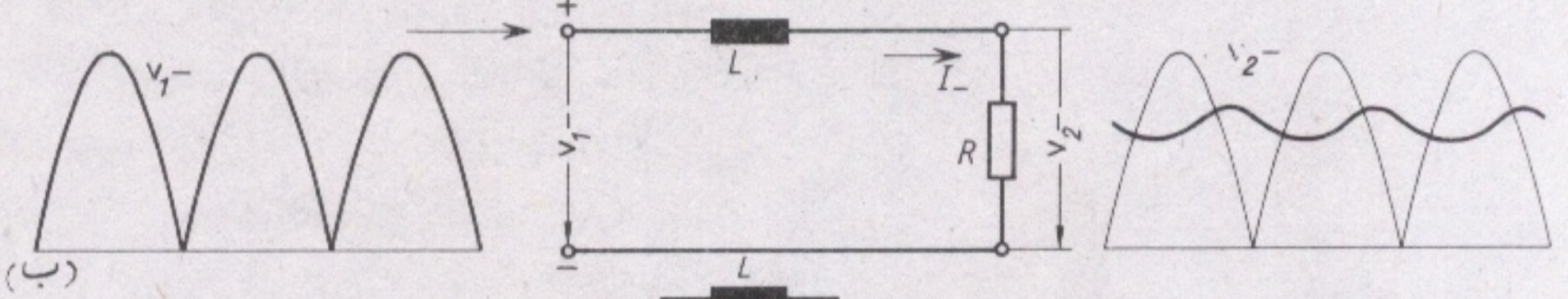
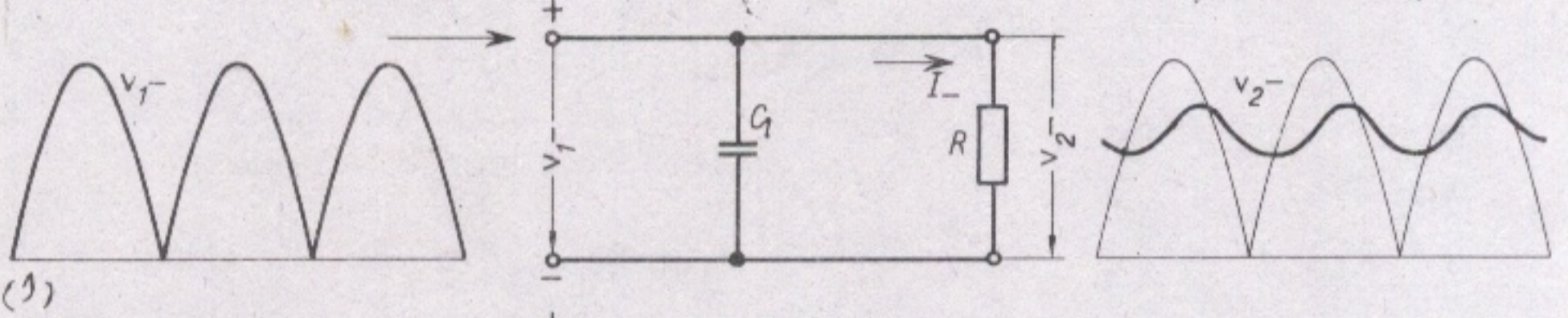
632/1: سہ فیز ریکٹیفائر سرکٹ

633 ریکٹیفائیڈ برقی دباؤ کو ہموار کرنا (فلٹر سرکٹ)

ریکٹیفائر سرکٹ سے حاصل کردہ برقی دباؤ ڈائریکٹ اور آلٹرنیٹنگ اجزاء پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس لیے اس میں ارتعاش موجود ہوتا ہے۔ آلٹرنیٹنگ رُو کا جزو کوائل میں امالیتی برقی دباؤ کی تخفیف کا باعث بنتا ہے۔ سمعی سرکٹ میں اس جزو کی وجہ سے بھنبھناہٹ پیدا ہوتی ہے۔ اِن نقائص کو دُور کرنے کے لیے فلٹر سرکٹ استعمال کیے جاتے ہیں۔

چند ایمپیئر کی ڈائریکٹ برقی رُو کی صورت میں ارتعاشیّت کم کرنے کے لیے ایک کپیسیٹر 'C_1' لوڈ کے متوازی لگایا جاتا ہے۔ اس کی گنجائش کئی مائیکروفیرڈ ہوتی ہے۔ اس کو فلٹر کپیسیٹر کہتے ہیں۔ یہ برقی دباؤ کی انتہائی قیمت تک چارج ہوجاتا ہے اور برقی دباؤ کی کم مقدار پر یہ آہستہ آہستہ ڈسچارج ہوتا ہے (شکل 633/1 - و)۔

زیادہ برقی رُو کی صورت میں ایک سیریز کوائل 'L' لگانے سے ارتعاشیّت کم کی جاتی ہے (شکل 633/1-ب) امالیّت کی وجہ سے برقی رُو کا آلٹرنیٹنگ جزو دب جاتا ہے۔

بہت کم برقی رُو کی صورت میں شکل 633/1 (ج) میں دکھایا گیا سرکٹ بہت مؤثر ہوتا ہے۔ زیادہ مقدار کی برقی رُو کی صورت میں فلٹر کوائل 'L_F' کے بعد گمگی سرکٹ متوازی لگانے سے ارتعاشیّت بہت کم کی جاسکتی ہے۔ یہ گمگی سرکٹ دام لہر یا ویو ٹریپ (wave trap) سرکٹ کہلاتے ہیں۔ ان کی گمگی فریکوئنسی مضاعفاتی فریکوئنسی (50×1، 50×2، 50×3) کے ہوتی ہے۔ گمگی سرکٹ مذکورہ فریکوئنسی کی برقی رُو کے لیے بہت کم مزاحمت رکھتے ہیں، لہٰذا ان فریکوئنسیوں کے لیے شارٹ سرکٹ کے طور پر عمل کرتے ہیں۔

ریکٹیفائر سے حاصل کردہ ڈائریکٹ برقی رُو کی ارتعاشیّت فلٹر سرکٹ کے ذریعہ کم کی جاسکتی ہے۔

633/1: مختلف فلٹر سرکٹ کے ذریعہ ریکٹیفائر سے حاصل کردہ ڈائریکٹ برقی دباؤ کی ارتعاشیت دور کرنا

کم برقی رو 'I_' کی صورت میں :

(ا) جب ارتعاشیت بہت کم کرنا مطلوب نہ ہو۔

(ج) جب ارتعاشیت بہت کم کرنا مطلوب ہو۔

زیادہ برقی رو 'I_' کی صورت میں :

(ب) جب ارتعاشیت بہت کم کرنا مطلوب نہ ہو۔

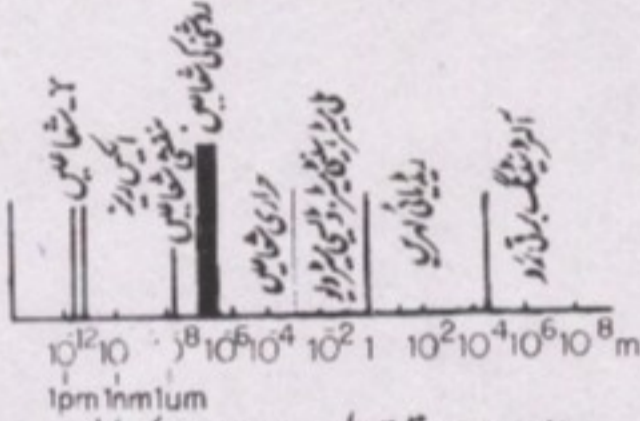
(د) جب ارتعاشیت بہت کم کرنا مطلوب ہو۔

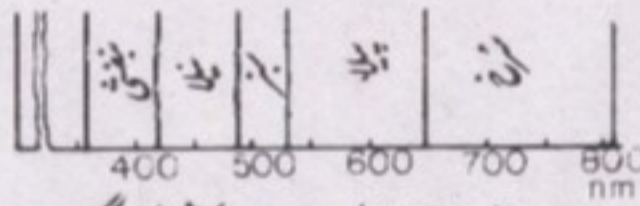
7 برقی روشنی (Illumination)

71 روشنی کا بنیادی تصوّر (Basic concept of light)

711 طَیفِ نُور یا سپکٹرم (The spectrum)

روشنی برقی مقناطیسی لہروں پر مشتمل ہوتی ہے۔ جن کی رفتار 300,000 کلومیٹر فی سیکنڈ ہوتی ہے۔ ایسی برقی مقناطیسی لہریں جن کا طولِ موج 400 سے 800 نینومیٹر ہوتا ہے، نظر آسکتی ہیں۔ ان میں سے ہر طولِ موج کی لہر کے ساتھ ایک خاص رنگ منسوب ہوتا ہے مثلاً سرخ روشنی کی لہر کا طولِ موج 700 نینومیٹر ہے۔

10¹²10⁻⁹ 10⁻⁸ 10⁻⁶ 10⁻⁴ 10⁻² 1 10² 10⁴ 10⁶ 10⁸ m
1pm 1nm 1um

711/1 : برقی مقناطیسی لہریں اور ان کا طولِ موج

400 500 600 700 800 nm

711/2 : طولِ موج اور روشنی کا رنگ

ورائے بنفشی شعاعیں (ultraviolet rays) نظر نہیں آتیں اور ان کا طولِ موج بنفشی شعاعوں سے کم ہوتا ہے۔ اسی طرح زیر سرخ شعاعیں (infra-red rays) بھی نظر نہیں آتیں اور ان کا طولِ موج سرخ شعاعوں سے زیادہ ہوتا ہے۔ زیر سرخ شعاعیں جلد کو عبور کر کے جسم میں داخل ہو جاتی ہیں اور جسم کو حرارت پہنچاتی ہیں۔

روشنی میں موجود رنگوں کی وجہ سے بصری طَیف (شکل 711/2) بنتا ہے۔ روشنی سے متعلقہ تمام رنگوں کی فریکوئنسیوں کی آمیزش سے سفید رنگ بنتا ہے۔ سفید روشنی کو ان مختلف رنگوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے مثلاً نوری منشور (optical prism) یا پانی کے قطروں کے ذریعہ (قوسِ قزح)۔

712 روشنی کی بنیادی مقداریں (Basic quantities of light)

تنویری نفاذ (Luminous flux)

برقی روشنی کے مُبداء برقی طاقت صَرف کر کے اس کو تنویری طاقت میں تبدیل کر دیتے ہیں۔ روشنی کے مُبداء سے تمام اطراف میں خارج کردہ مرئی شعاعی طاقت کو تنویری نفاذ کہتے ہیں۔ اِسے 'Φ' سے ظاہر کرتے ہیں۔ اس کی اکائی لُومن (lumen) ہے جسے اختصاراً 'lm' لکھتے ہیں۔ مثلاً ایک 100 واٹ کے بلب کی تنویری نفاذ 1380 لُومن ہے۔

712/1 : تنویری استعداد کا جدول

لیمپ	صرف کردہ برقی طاقت واٹ میں	تنویری نفاذ لُومن میں 'Φ'	تنویری استعداد لُومن فی واٹ میں 'η'
فلامنٹ لیمپ	40	430	10.75
	100	1380	13.8
فلوری لیمپ 65 واٹ	78	3800	49
مرکری لیمپ 80 واٹ	89	3100	35
سوڈیم لیمپ 60 واٹ	81	5000	62

تنویری استعداد (Luminous efficiency) - برقی مُبداءِ نور میں برقی طاقت کا صَرف شدہ حصّہ روشنی میں تبدیل ہوتا ہے۔ تنویری نفاذ اور صَرف کردہ برقی طاقت کی نسبت کو تنویری استعداد کہتے ہیں۔ اسے 'η_L' سے ظاہر کرتے ہیں۔ تنویری استعداد یہ ظاہر کرتی ہے کہ متعلّقہ مُبداء میں ایک واٹ کی برقی طاقت سے کتنا تنویری نفاذ پیدا ہوتا ہے۔ اس کی اکائی لُومن فی واٹ (l_m/W) ہے۔ تنویری استعداد برقی بلب کی نوعیّت اور طاقت پر منحصر ہوتی ہے (شکل 712/1)۔

تنویر (Illummination) منوّر شدہ سطح پر گرنے والا تنویری نفاذ زیادہ ہو اور سطح کا رقبہ کم ہو تو منوّر شدہ سطح کی تنویر زیادہ ہوگی۔ کار آمد تنویری نفاذ اور منوّر کردہ سطح کے رقبہ کی آپس میں نسبت تنویر کہلاتی ہے۔ اسے 'E' سے ظاہر کرتے ہیں۔ تنویر کی اکائی لکس (lux) ہے جسے اختصاراً 'l_x' لکھتے ہیں۔

اگر 'E' تنویر (لکس میں)، 'Φ' خارج کردہ تنویری نفاذ (لُومن میں)، 'η' جزءِ افادیت اور 'A' منوّر شدہ سطح کا رقبہ (مربع میٹر میں) ہو تو:

$$E = \frac{\Phi \times \eta}{A}$$

تنویر کی پیمائش تنویری میٹر سے کی جاتی ہے جسے لکس میٹر کہتے ہیں۔ یہ لکس میٹر ایک فوٹو ایلیمنٹ پر منحصر ہوتا ہے۔ جب روشنی کی شعاعیں فوٹو ایلیمنٹ پر پڑتی ہیں تو ایک برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے جو کہ میٹر کی سوئی میں انصراف کا باعث بنتا ہے (وولٹ میٹر کا اصول کار)۔ میٹر کی سکیل کی درجہ بندی لکس میں کی ہوتی ہے۔

کام کی نوعیّت پر منحصر مختلف کاموں کے لیے تنویر کی مختلف مقدار درکار ہوتی ہے۔ مثلاً بہت باریک میکانی کام کے لیے 1000 لکس کی تنویر، ڈرائنگ ہال وغیرہ کے لیے 600 لکس، تفصیلی کاموں کے لیے 250 لکس اور ڈرائنگ روم وغیرہ کے لیے 60 سے 120 لکس تک کی تنویر درکار ہوتی ہے۔

طاقتِ تنویر (Luminous intensity)

کسی خاص سمت میں تنویری نفاذ کو طاقتِ تنویر کہتے ہیں۔ اسے 'I' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی اکائی کینڈلا ہے جسے اختصاراً 'cd' لکھتے ہیں۔

کثافتِ تنویر (Luminance) - کسی سطح کے اکائی تظلیلی رقبہ کی طاقتِ تنویر کو کثافتِ تنویر کہتے ہیں۔ اسے 'L' سے ظاہر کرتے ہیں اور اس کی اکائی کینڈلا فی مربع سینٹی میٹر (cd/cm^2) ہے۔ اگر کسی سطح کی کثافتِ تنویر زیادہ ہو تو اس کی وجہ سے آنکھیں چُندھیا جاتی ہیں اور ان میں تھکن پیدا ہو جاتی ہے۔

712/2 : کثافتِ تنویر کا جدول

مبداءِ نور	کثافتِ تنویر کینڈلا فی مربع سینٹی میٹر
دوپہر کا سورج	225000 تک
صاف آسمان	0.40 سے 0.6
چاند	0.25 سے 0.50
فلامنٹ لیمپ 40 واٹ سے 100 واٹ	450 سے 600
40 واٹ دودھیا	10 سے 30
فلوری لیمپ	0.3 سے 1.2
فلوری تہہ کا مرکری ویپر لیمپ	4 سے 25

جزءِ افادیت (Utilization factor) ۔ کارآمد تنویری نفاذ مُبدلے سے خارج شدہ تنویری نفاذ سے کم ہوتا ہے کیونکہ مختلف سطحوں سے منعکس کردہ اور جذب شدہ روشنی اس پر اثر انداز ہوتی ہے۔ کارآمد تنویری نفاذ اور پیدا شدہ تنویری نفاذ کی نسبت کو جزءِ افادیت کہتے ہیں۔ جزءِ افادیت (η) کی قیمتیں تنویری جدول سے دیکھی جاسکتی ہیں۔ کسی سطح کے لیے درکار تنویر کے لیے مطلوب تنویری نفاذ معلوم کرنے کے لیے جزءِ افادیت کی بہت اہمیت ہے ۔

اگر 'Φ' مطلوبہ تنویری نفاذ (لُومن میں) 'E' تنویر (لکس میں)، 'A' سطح کا رقبہ (مربع میٹر میں) اور 'η' جزءِ افادیت ہو تو

$$\boxed{\Phi = \frac{E \times A \times 1.25}{\eta}}$$

گرد وغبار وغیرہ کی وجہ سے پیدا شدہ تنویری ضیاع کو شاملِ حساب کرنے کے لیے 1.25 سے ضرب دی گئی ہے ۔

مثال : ایک دفتر کی پیمائش 11 میٹر × 4 میٹر × 3 میٹر ہے ۔ اس کی چھت روشن اور دیواریں درمیانی درجہ کی روشن ہیں دفتر کو بلا واسطہ تنویر کے ذریعہ روشن کرنا مقصود ہے۔ اس مقصد کے لیے 65 واٹ کے فلوری بلب دستیاب ہیں جن کا تنویری نفاذ 3800 لُومن ہے۔ بلا واسطہ تنویر اور چھت اور دیوار کی نوعیت کے مطابق جزءِ افادیت 0.4 ہے ۔

اگر دفتر ی کام کے لیے درکار تنویر 500 لکس ہو تو فرش کی سطح (4 میٹر × 11 میٹر = 44 مربع میٹر) کا مجموعی تنویری نفاذ 'Φ_t' معلوم کریں۔ یہ تنویری نفاذ حاصل کرنے کے لیے کتنے بلب درکار ہوں گے؟

معلوم : $E = 500\ lx$; $A = 44\ m^2$

$\eta = 0.4$; $\Phi_1 = 3800\ lm$

مطلوب : $\Phi_t = ?$

$n = ?$ ('n' - بلبوں کی تعداد)

حل :

$$\Phi_t = \frac{E \times A \times 1.25}{\eta}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$\Phi = \frac{500 \times 44 \times 1.25}{0.4} \approx 69000\ lm$$

$$n = \frac{\Phi_t}{\Phi_1} = \frac{69000}{3800} \approx 18$$

جواب : فرش کی سطح کا تنویری نفاذ 69000 لُومن ہے اور اس کے لیے درکار بلبوں کی تعداد 18 ہے ۔

72 برقی مبدائے نور (Electric sources of light)

برقی توانائی کو دو طریقوں سے روشنی میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ پہلے طریقے میں برقی رَو گزار کر ایک دھاتی تار کو اس حد تک گرم کیا جاتا ہے کہ اس میں سے روشنی خارج ہونے لگتی ہے (فلامینٹ لیمپ)۔ دوسرے طریقے میں گیس اخراجی لیمپ (gas discharge lamp) کے ذریعہ برقی توانائی کو روشنی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ اس لیمپ سے خارج شدہ روشنی گیس یا دھاتی بخارات میں تابشی اخراج (glow discharge) کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔

721 تابانی فلامینٹ لیمپ (Incandescent filament lamp)

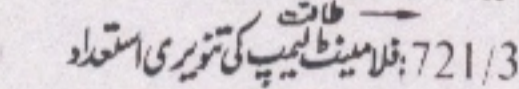
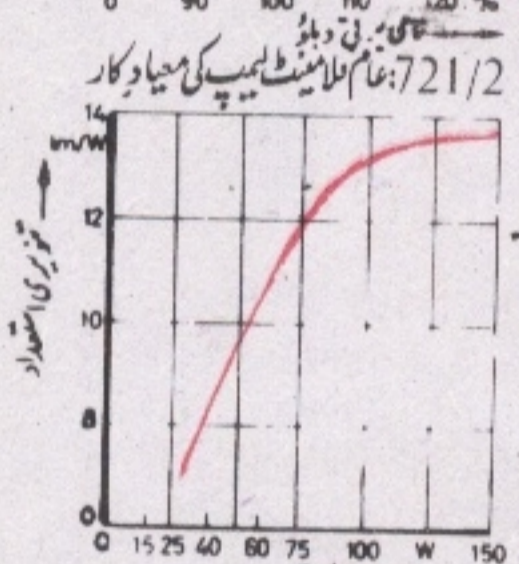
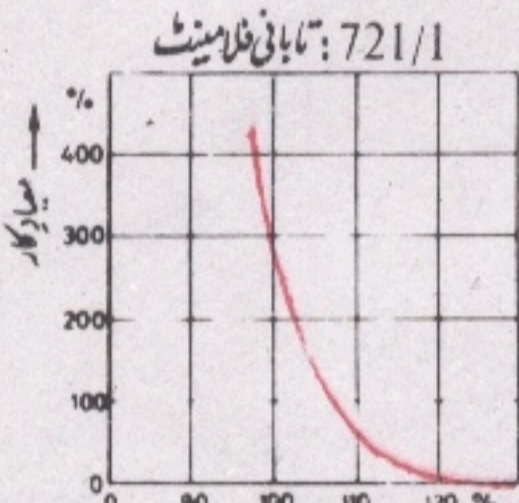
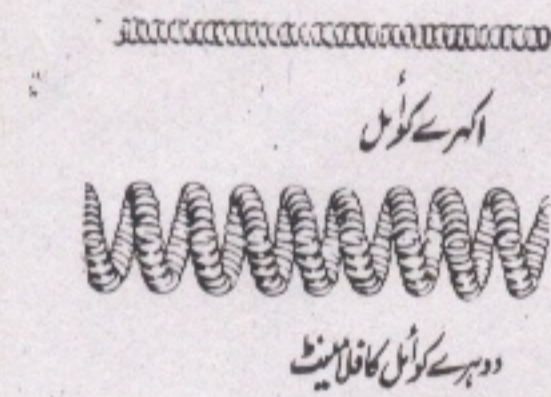
جب کسی جسم کو گرم کیا جاتا ہے تو اس میں سے روشنی خارج ہوتی ہے۔ خارج کردہ روشنی درجۂ حرارت کے متناسب ہوتی ہے۔ فلامینٹ لیمپ میں دھاتی تار کے فلامینٹ کو برقی رَو سے گرم کر کے روشنی حاصل کی جاتی ہے۔ فلامینٹ بنانے کے لیے ایسی دھات استعمال کرنی چاہیے جس کا درجۂ پگھلاؤ بہت زیادہ ہو۔ چونکہ ٹنگسٹن کا درجۂ پگھلاؤ 3400° سینٹی گریڈ ہوتا ہے اس لیے فلامینٹ ٹنگسٹن سے بنائے جاتے ہیں۔ زیادہ تنویری استعداد حاصل کرنے کے لیے تار کو اکہرے کوائل یا دوہرے کوائل کے فلامینٹ کی صورت میں (شکل 721/1) استعمال کیا جاتا ہے۔ کھلی فضا میں یہ تار عملی درجۂ حرارت پر جل جاتے ہیں۔ اس لیے انہیں شیشے کے ایسے بلبوں میں سیل بند کر دیا جاتا ہے جن میں سے ہوا نکال کر نائٹروجن اور کسی غیر عامل گیس (مثلاً آرگون کرپٹون وغیرہ) کا آمیزہ بھرا ہوتا ہے۔

اکہرے کوائل

دوہرے کوائل کا فلامینٹ

721/1: تابانی فلامینٹ

721/2: عام فلامینٹ لیمپ کی میعادِ کار

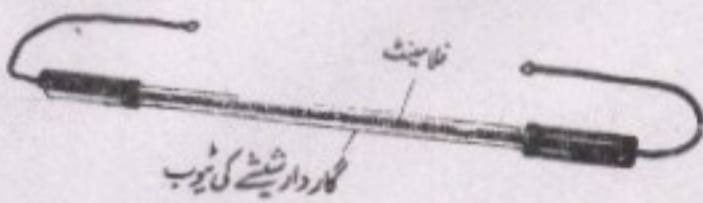
721/3: فلامینٹ لیمپ کی تنویری استعداد

ایک عام فلامینٹ لیمپ کی اوسط میعادِ کار تقریباً 1000 گھنٹے ہوتی ہے۔ یہ لیمپ متجاوز برقی دباؤ سے بہت حساس ہوتے ہیں۔ 5 فیصد متجاوز برقی دباؤ پر استعمال کرنے سے ان کی تنویری استعداد میں 20 فیصد اضافہ ہو جاتا ہے لیکن ان کی میعادِ کار آدھی رہ جاتی ہے۔ فلامینٹ لیمپ 5 فیصد کم برقی دباؤ پر استعمال کرنے سے میعادِ کار دوگنی ہو جاتی ہے (شکل 721/2)۔ صَرف کردہ طاقت میں اضافہ بھی تنویری استعداد میں اضافہ کا باعث ہوتا ہے (شکل 721/3)۔ برقی دباؤ میں اضافہ کے باعث تنویری استعداد میں اضافہ کا اصول فلیش لیمپوں میں استعمال کیا جاتا ہے۔ ان کی میعادِ کار کم ہو جاتی ہے مگر ان سے خارج شدہ تنویری نفاذ بہت زیادہ ہوتا ہے۔

فلامینٹ لیمپ کی یہ خامی ہے کہ ان میں صَرف کردہ برقی توانائی کا 90 فیصد براہِ راست حرارت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

لونجنی فلامینٹ لیمپ (Halogen filament lamp)

فلامینٹ لیمپ میں ٹنگسٹن کے بخارات بلب پر جمع ہو کر بلب کو کالا کر دیتے ہیں جس کی وجہ سے لیمپ کا تنویری نفاذ بہت کم ہو جاتا ہے۔

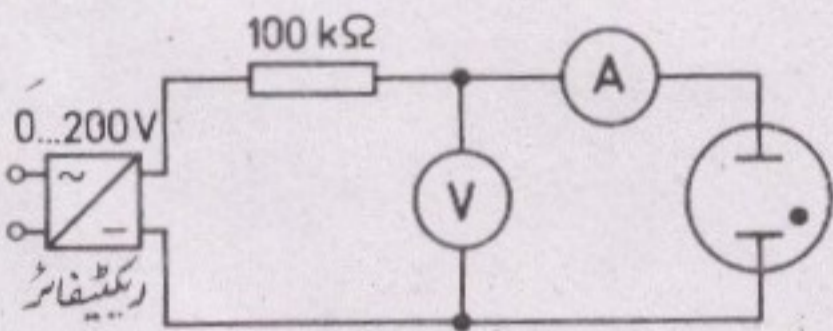
اس خامی کو دُور کرنے کے لیے بلب میں بھرتی گیس میں لوجنی گروپ (halogen group) کے عنصر مثلاً آئیوڈین یا برومین وغیرہ ملا دیے جاتے ہیں۔ °250 سے °1450 سینٹی گریڈ پر ٹنگسٹن اور یہ عنصر (آئیوڈین) آپس میں عمل کر کے ٹنگسٹن آئیوڈائیڈ بناتے ہیں جو کہ ایک گیس ہوتی ہے۔ جب حراری گیسی رَو کے ذریعہ ٹنگسٹن آئیوڈائیڈ فلامینٹ کے قریب پہنچتے ہیں تو زیادہ حرارت کی وجہ سے یہ گیسی مرکب دوبارہ ٹنگسٹن اور آئیوڈین میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ ٹنگسٹن فلامینٹ پر اکٹھا ہو جاتا ہے۔ اِس طرح شیشے کے بلب پر ٹنگسٹن کے بخارات جمع نہیں ہوتے اور لیمپ کا تنویری نفاذ یکساں رہتا ہے۔

لوجنی فلامینٹ لیمپ کا بلب گاردار شیشے (quartz glass) کا بنا ہوتا ہے۔ اس صورت میں بلب میں گیس کا دباؤ زیادہ رکھا جا سکتا ہے اور کوائل زیادہ لوڈ کے متحمل ہو سکتے ہیں۔ ان لیمپوں کی مدد سے عام لیمپوں کی نسبت زیادہ تنویری استعداد حاصل کی جا سکتی ہے۔ مثلاً 1000 واٹ کے لوجنی فلامینٹ لیمپ کی فلڈ لائٹ کی تنویری استعداد 22 لُومن فی واٹ ہے جبکہ اسی طاقت کے عام فلامینٹ لیمپ کی تنویری استعداد 18.8 لُومن فی واٹ ہے۔ ان لیمپوں کی اوسط میعادِ کار 2000 گھنٹے ہے۔ یہ لیمپ کاروں اور پروجیکٹرز میں استعمال کیے جاتے ہیں۔ علاوہ ازیں ٹیوب نما لیمپ (شکل 721/4) عمارتوں، کھیل کے میدانوں اور ایئر پورٹ وغیرہ کو منوّر کرنے کے لیے بھی استعمال ہوتے ہیں۔

5:721/4 کلوواٹ لوجنی فلامینٹ فلڈ لائٹ

722 گیسی اخراجی لیمپ یا گیس ڈسچارج لیمپ (Gas discharge lamp)

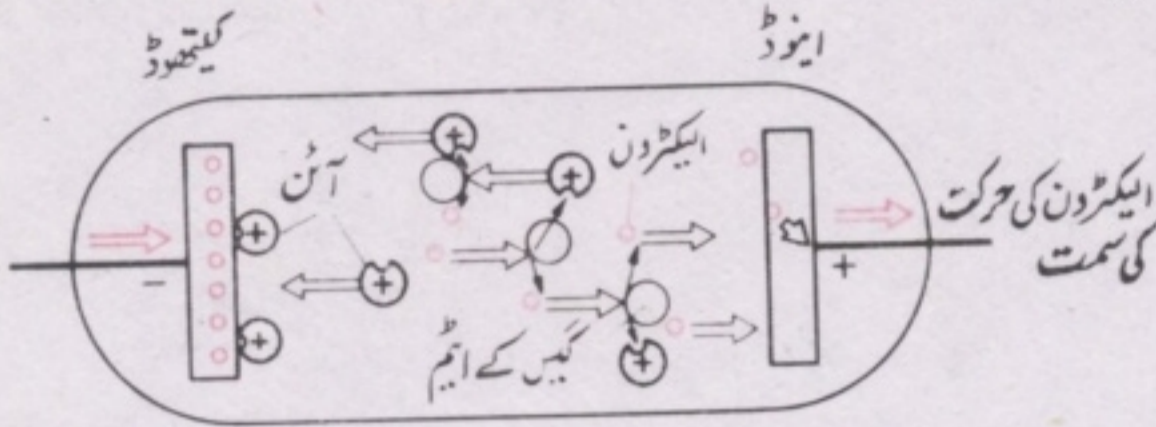
جب کسی گیس میں سے برقی رَو گزرتی ہے تو اس میں تابشی اخراج پیدا ہوتا ہے۔ غیر عامل گیس یا دھاتی بخارات بھرتی کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ تابشی اخراج کی شعاعوں کا طیف یا روشنی کا رنگ بھرتی کی گیس یا دھاتی بخارات پر منحصر ہوتا ہے۔ اگر یہ گیس نیون (neon) ہو تو تابشی اخراج کی شعاعیں سرخ ہوتی ہیں۔ سوڈیم کے بخارات کی بھرتی کی صورت میں زرد اور پارے کے بخارات کی بھرتی کی صورت میں نیلگوں روشنی خارج ہوتی ہے۔

تجربہ:

شکل 722/1 میں دکھائے گئے سرکٹ میں اگر برقی دباؤ کو صفر سے شروع کر کے آہستہ آہستہ بڑھایا جائے، تو تقریباً 100 وولٹ پر اچانک نیون لیمپ کے سرکٹ میں سے برقی رَو گزرنے لگے گی اور ساتھ ہی نیون لیمپ روشن ہو جائے گا۔ لیمپ پر برقی دباؤ تقریباً 60 یا 80 وولٹ ہوتا ہے۔

722/1: گیس ڈسچارج لیمپ کے لیے سرکٹ

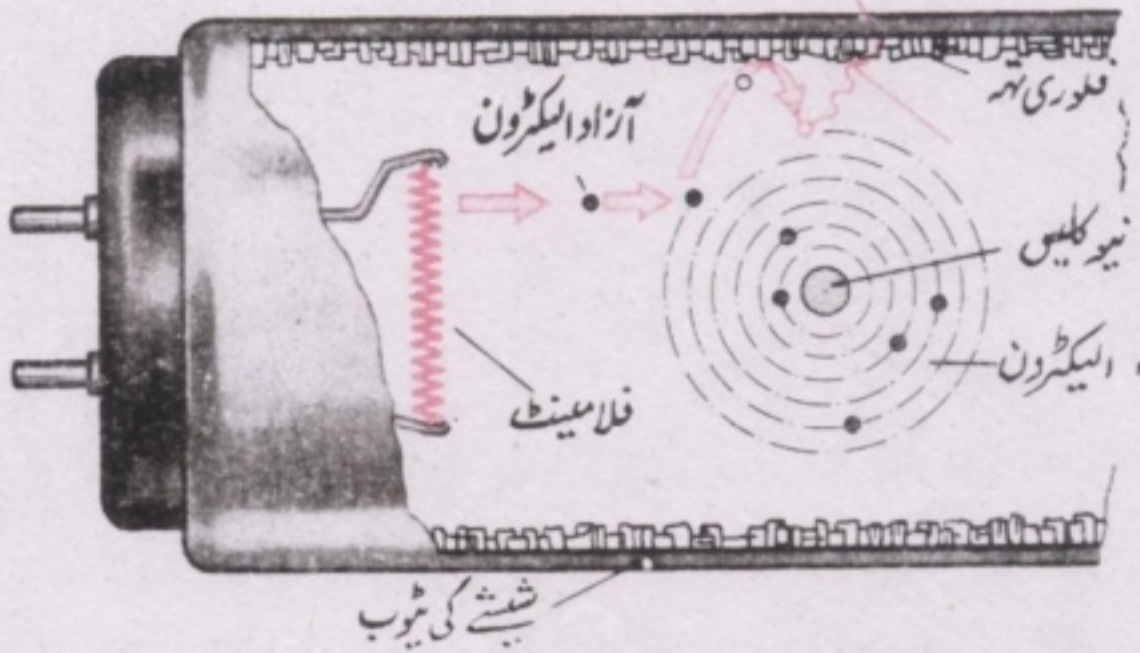
اگر برقی دباؤ کو کم کر دیا جائے تو تقریباً 85 وولٹ پر لیمپ بجھ جائے گا۔

آغازی برقی دباؤ، لیمپ پر برقی دباؤ کا ڈراپ اور انطفائی برقی دباؤ (extinction voltage) مختلف لیمپوں کے لیے مختلف ہوتے ہیں۔

نیون لیمپ شیشے کے بلب میں سیل بند دو برقیروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ شیشے کے بلب میں کم دباؤ پر نیون گیس بھری ہوتی ہے۔ جب دونوں برقیروں پر برقی دباؤ کا اطلاق کیا جاتا ہے تو بھرتی گیس کے آزاد الیکٹرون اینوڈ کی سمت میں حرکت کرنے لگتے ہیں۔ حرکت کے دوران یہ گیس کے ایٹموں کے ساتھ ٹکراتے ہیں۔ اگر برقی دباؤ کافی ہو اور گیس کا دباؤ کم ہو تو ہر الیکٹرون کی رفتار اتنی ہوتی ہے کہ جب یہ گیس کے ایٹم سے ٹکراتے ہیں تو اس سے ایک یا زیادہ الیکٹرون کے اخراج کا باعث بنتے ہیں۔ اس عمل کو تصادمی روانیت (collision ionisation) کہتے ہیں (شکل 722/2)۔

722/2 :تصادمی روانیت

نئے آزاد شدہ الیکٹرون بھی اسراع حاصل کر کے مزید ایٹموں میں روانیت پیدا کرتے ہیں۔ آزاد الیکٹرون کے علاوہ مثبت آئن بھی کیتھوڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں۔

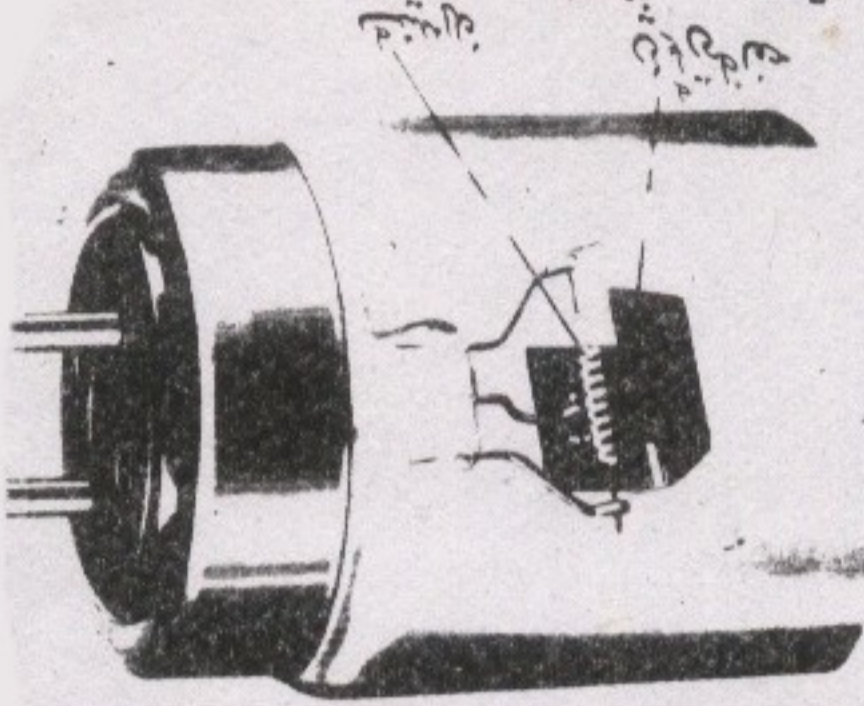
100 مائیکرو سیکنڈ میں یہ عمل غیر معمولی حد تک بڑھ جاتا ہے اور اگر برقی رَو کے غیر معمولی اضافے کی تحدید نہ کی جائے تو اخراجی ٹیوب کو نقصان پہنچ سکتا ہے۔

گیس کے تابشی اخراج کی صورت میں مزاحمت کے ذریعہ برقی رَو کی تحدید کرنی پڑتی ہے

722/3 : فلوری لیمپ میں گیس ڈسچارج کے ذریعہ بصری روشنی کا اخراج

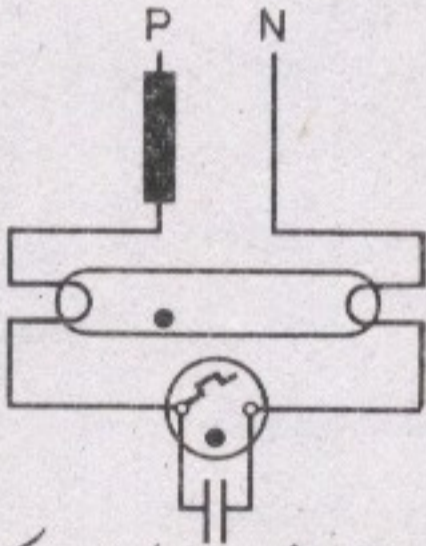
نیون لیمپ میں برقی رَو کی تحدید کے لیے پیش مزاحم استعمال کیے جاتے ہیں۔ آلٹرنیٹنگ برقی دباؤ کی صورت میں مزاحم کی بجائے چوک کوائل استعمال کیے جاتے ہیں تاکہ طاقت کا ضیاع کم ہو۔

جب ایٹم سے ٹکرانے والے الیکٹرون کی رفتار تصادمی روانیت پیدا کرنے کے لیے ناکافی ہو، لیکن ایک خاص قیمت سے زیادہ ہو تو ان کے ٹکرانے سے گیس کے ایٹم کا ایک الیکٹرون تھوڑی دیر کے لیے اپنا مدار چھوڑ دے گا۔ ایسے الیکٹرون اپنے مدار میں واپس آتے وقت تصادم کے دوران حاصل کردہ توانائی کو برقی مقناطیسی شعاعوں کی صورت میں خارج کرتے ہیں۔ یہ عمل بیک وقت کئی ایٹموں میں ظہور پذیر ہوتا ہے۔ یہ برقی مقناطیسی شعاعیں بصری روشنی کے علاوہ ورائے بنفشی شعاعوں پر مشتمل ہوتی ہیں۔ فلوری لیمپوں (fluorescent lamp) میں فلوری میٹریل کے ذریعہ ورائے بنفشی شعاعوں کو بصری روشنی میں تبدیل کیا جاتا ہے (شکل 722/3)۔

723 فلوری لیمپ (Fluore scent lamps)

فلوری لیمپ شیشے کی ایک ٹیوب پر مشتمل ہوتے ہیں جس کی اندرونی سطح پر فلوری میٹریل کی تہہ چڑھائی ہوتی ہے۔ یہ فلوری تہہ ٹیوب میں پیدا ہونے والی ورائے بنفشی شعاعوں کو بصری روشنی میں تبدیل کردیتی ہے۔ سلیکیٹ، ٹنگسٹیٹ اور فاسفیٹ فلوری میٹریل کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔

723/1: فلوری لیمپ

شیشے کی ٹیوب کے دونوں سرے شیشے کے پایوں کے ذریعہ بند کر دیے جاتے ہیں۔ ان پایوں پر برقیرے نصب ہوتے ہیں۔ ٹنگسٹن کے تار کا دوہرا کوائل تابانی برقیرے کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ الیکٹرون کے اخراج کو سہل بنانے کے لیے کوائل پر بیریم آکسائیڈ کی تہہ چڑھائی جاتی ہے۔ ٹنگسٹن کے برقیرے کی ٹھنڈی حالت میں مزاحمت 1.5 سے 10 اوم تک ہوتی ہے۔ گرم ہونے پر اس کی مزاحمت 7 گنا ہو جاتی ہے۔ ٹیوب میں پارے کے بخارات اور آرگون گیس بھری ہوتی ہے۔

لیمپ کو جلانے کے لیے ابتدا میں مینز کے برقی دباؤ سے زیادہ برقی دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ آغازی برقی دباؤ سرکٹ میں لگے ہوئے چوک اور سٹارٹر کی مدد سے حاصل کیا جاتا ہے۔ دورانِ کار یہی چوک برقی رَو کی تحدید کرتا ہے۔

723/2: فلوری لیمپ کا بنیادی سرکٹ

جب سوئچ آن کیا جاتا ہے تو دونوں برقیروں اور سٹارٹر میں سے برقی رَو گزرتی ہے۔ سٹارٹر ایک چھوٹے گیس ڈسچارج لیمپ پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس کا ایک برقیرہ دو دھاتی پتری کا بنا ہوتا ہے۔ جب برقی دباؤ 160 وولٹ پر پہنچتا ہے تو سٹارٹر کے لیمپ میں گیس ڈسچارج کی وجہ سے برقی رَو گزرنے لگتی ہے جو کہ دو دھاتی پتری کو گرم کر دیتی ہے اور برقی سرکٹ مکمل ہو جاتا ہے۔ چوک، سٹارٹر کے لیمپ میں سے گزرنے والی برقی رَو کی تحدید کا باعث بنتا ہے (شکل 723/2)۔ اس صورت میں گیس ڈسچارج ختم ہو جاتا ہے اور دو دھاتی پتری ٹھنڈی ہو کر سرکٹ کو منقطع کر دیتی ہے۔ چوک کی خود امالیت کے باعث سرکٹ منقطع ہونے پر 1000 وولٹ تک کا آنی برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے جو کہ فلوری لیمپ کو روشن کر دیتا ہے۔ فلوری لیمپ کے روشن ہونے سے چوک پر برقی دباؤ کا اس قدر ضیاع ہو جاتا ہے کہ لیمپ پر تقریباً 100 وولٹ کا برقی دباؤ ہوتا ہے جو کہ سٹارٹر کے لیمپ میں گیس ڈسچارج پیدا نہیں کر سکتا۔ اس سرکٹ کی ریڈیو میں مداخلت کم کرنے کے لیے سٹارٹر کے ساتھ ایک کپیسیٹر لگایا جاتا ہے۔ چوک کی امالیت فلوری لیمپ کے سرکٹ میں تفاوتِ فیز $(\cos\varphi = 0.5)$ کا باعث ہوتی ہے۔

فلوری لیمپوں پر برقی دباؤ کی کمی بیشی کا اثر کم پڑتا ہے۔ روشن لیمپ کا درجۂ حرارت زیادہ نہیں ہوتا اور یکساں نامی طاقت کے فلامینٹ لیمپ کی نسبت ان کی تنویری استعداد 3 سے 6 گنا ہوتی ہے۔ ان کی اوسط میعادِ کار تقریباً 7500 گھنٹے ہوتی ہے۔ بار بار روشن کرنے اور بجھانے سے فلوری لیمپوں کی میعادِ کار کم ہو جاتی ہے۔ میعادِ کار فلامینٹ پر بیریم آکسائیڈ کی تہہ کے صَرف ہونے پر منحصر ہوتی ہے۔ لیمپ کی ٹمٹماہٹ میعادِ کار کے ختم ہونے کو ظاہر کرتی ہے۔ لیمپ سے خارج شدہ روشنی کا رنگ فلوری اشیاء کی ترکیب پر منحصر ہوتا ہے۔

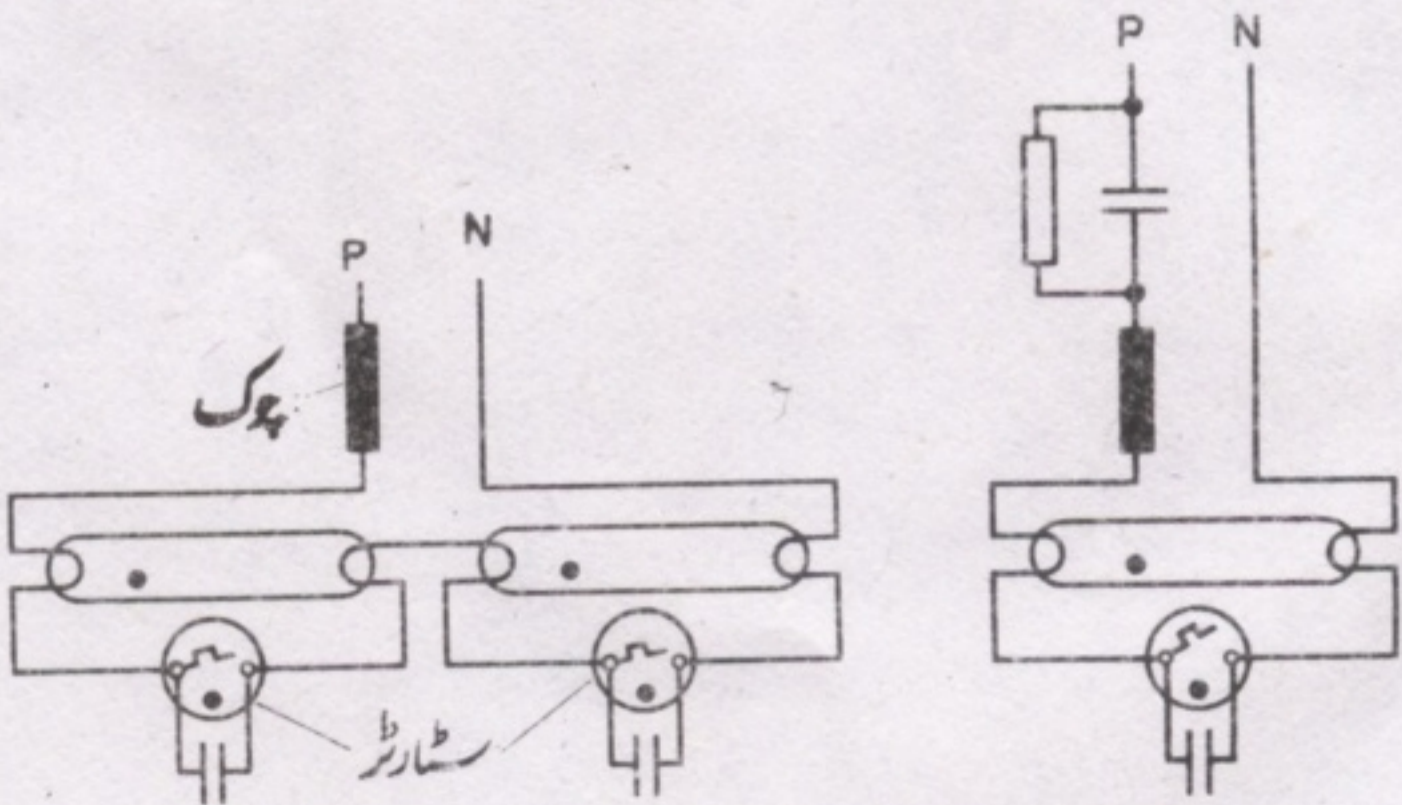
فلوری لیمپ کے سرکٹ (Fluorescent tube circuits)

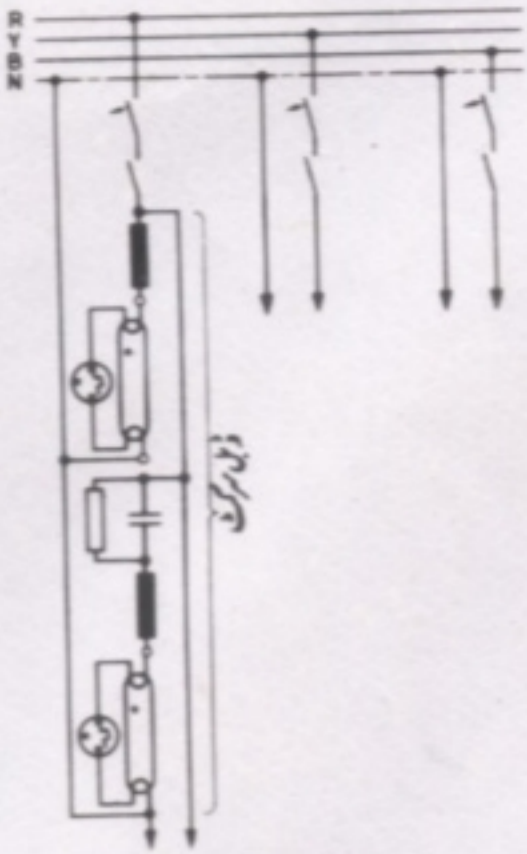
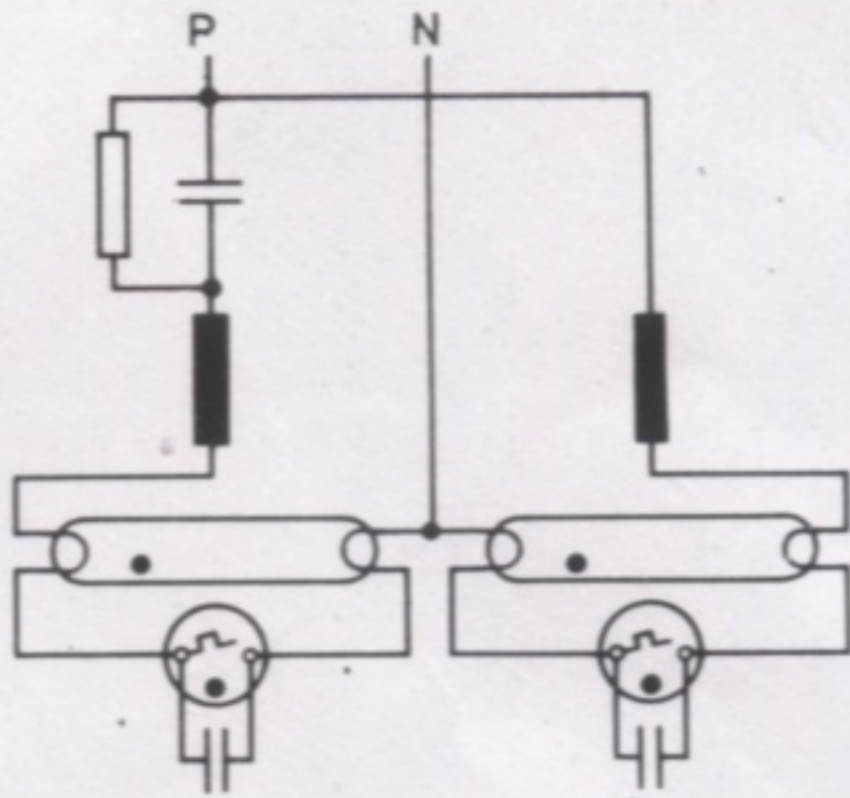
فلوری لیمپ میں گیس ڈسچارج کی پائیداری کے لیے لیمپ سے پیشتر کوائل (چوک) یا کپیسیٹر لگانا پڑتا ہے۔

چوک پر مشتمل سرکٹ (شکل 7231/1)۔ سادہ ترین سرکٹ میں فلوری لیمپ سے پہلے ایک چوک لگایا جاتا ہے، جو کہ سٹارٹر کے ساتھ مل کر آغازی برقی دباؤ پیدا کرنے میں بھی مدد دیتا ہے (شکل 7231/1)۔ ہر لیمپ کے لیے الگ سٹارٹر کی ضرورت ہوتی ہے۔

کپیسیٹر پر مشتمل سرکٹ (شکل 7231/2)۔ اس سرکٹ میں چوک کے ہم سلسلہ ایک تلافی کپیسیٹر لگایا جاتا ہے۔ اس سرکٹ سے جزءِ طاقت بہتر ہو جاتا ہے۔ عام طور پر یہ سرکٹ چوک پر مشتمل سرکٹ کے ساتھ استعمال کیا جاتا ہے اور ڈبل سرکٹ کہلاتا ہے (شکل 7231/3)۔ اس صورت میں جزءِ طاقت تقریباً 1 ہوتا ہے۔

ڈبل سرکٹ (شکل 7231/1)۔ اس سرکٹ کے ذریعہ دو لیمپ ایک ہی چوک پر لگائے جا سکتے ہیں۔ البتہ دونوں لیمپوں کے لیے الگ الگ سٹارٹر درکار ہوتے ہیں۔

سہ فیز سرکٹ (شکل 7231/4)۔ سہ فیز تنصیب کی صورت میں لیمپوں کی مطلوبہ تعداد کو تین گروپوں میں تقسیم کر کے ہر گروپ کو ایک بیرونی موصل کے ساتھ لگایا جاتا ہے۔ بہتر جزءِ طاقت حاصل کرنے کے لیے ہر گروپ کو اس طرح ترتیب دی جاتی ہے کہ ایک لیمپ چوک سرکٹ اور دوسرا لیمپ کپیسیٹر سرکٹ میں لگایا جاتا ہے۔

7231/1: چوک پر مشتمل فلوری لیمپ کا ہم سلسلہ سرکٹ

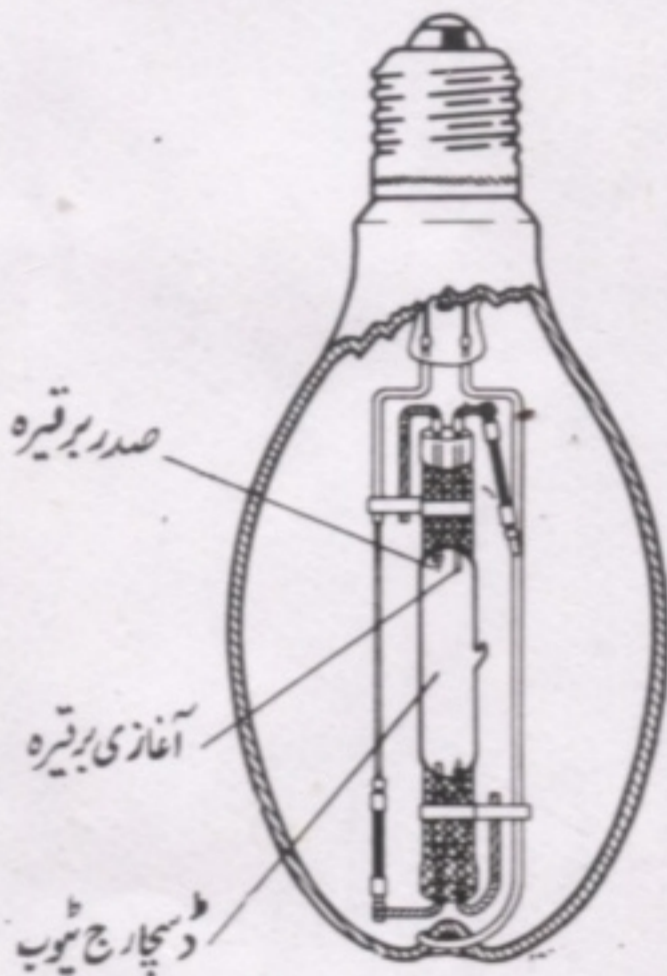
7231/2: کپیسیٹر پر مشتمل فلوری لیمپ کا سرکٹ

7231/3: فلوری لیمپ کا ڈبل سرکٹ

7231/4: فلوری لیمپوں کا سہ فیز سرکٹ

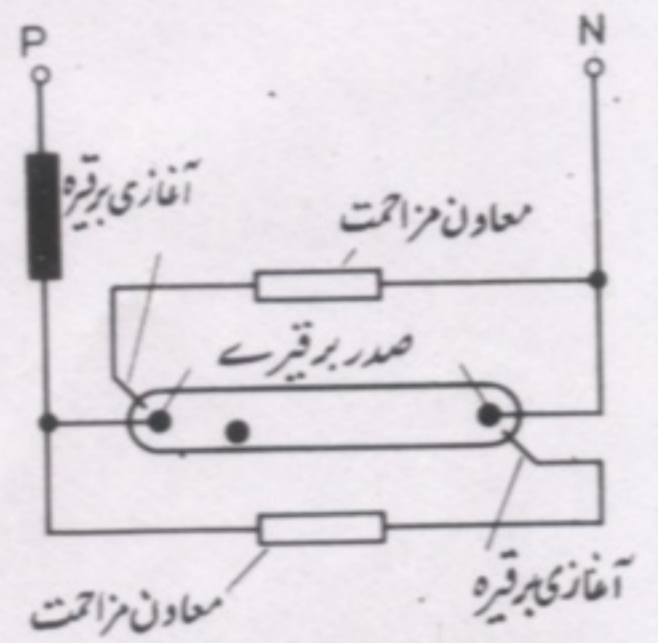
724 مرکری ویپر لیمپ (Mercury vapour lamp)

مرکری ویپر لیمپ (پارے کے بخارات کا لیمپ) شیشے کے ایک بیضوی بلب پر مشتمل ہوتا ہے (شکل 724/1)۔ بلب کے اندر ڈسچارج ٹیوب بند ہوتی ہے جس میں صدر برقیرے نصب ہوتے ہیں۔ ٹیوب میں پارے کے بخارات بھرے ہوتے ہیں۔ تابشی ڈسچارج کا آغاز دو آغازی برقیروں (سٹارٹنگ الیکٹروڈ) کی مدد سے کیا جاتا ہے۔ لیمپ کی برقی رَو کی تحدید کے لیے لیمپ کے ساتھ چوک لگانا پڑتا ہے (شکل 724/2)۔ چوک کی وجہ سے سرکٹ کا جز و طاقت تقریباً 0.5 تک گر جاتا ہے۔

صدر برقیرہ

آغازی برقیرہ

ڈسچارج ٹیوب

724/1: مرکری ویپر لیمپ

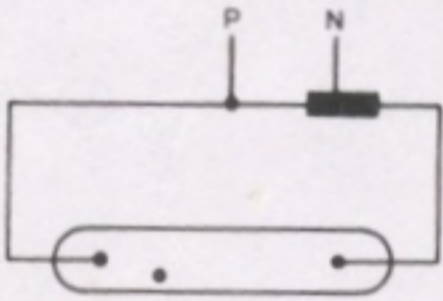
مرکری ویپر لیمپ کی تنویری استعداد تقریباً 30 سے 60 لُومن فی واٹ ہوتی ہے۔ یہ استعداد فلامینٹ لیمپ سے تین گنا ہے۔ فلوری تہہ کے بغیر مرکری ویپر لیمپ کی روشنی نیلگوں ہوتی ہے۔ فلوری تہہ والے لیمپ کی روشنی بہتر ہو جاتی ہے۔ فلوری تہہ ورائے بنفشی شعاعوں کو سرخ روشنی میں تبدیل کر دیتی ہے۔ مرکری لیمپ کو 3 سے 5 منٹ تک کا آغازی وقت درکار ہوتا ہے۔ مرکری لیمپ فیکٹری، ہال، سڑکوں، کھیل کے میدانوں اور زیر تعمیر عمارتوں کو منور کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔

724/2: مرکری ویپر لیمپ کا سرکٹ

مخلوط روشنی کے لیمپ (Mixed light lamps)۔ اِس لیمپ میں مرکری تابشی نظام کے علاوہ ٹنگسٹن کا فلامینٹ بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ جو کہ مرکری تابشی نظام کے ہم سلسلہ ترتیب میں لگا ہوتا ہے۔ یہ فلامینٹ پیش مزاحم کے طور پر بھی عمل کرتا

ہے اس لیے اس قسم کے لیمپ کے سرکٹ میں چوک لگانے کی ضرورت نہیں ہوتی ہے۔ ان لیمپوں کی اوسط میعادِ کار 6000 گھنٹے ہوتی ہے۔ ان کی تنویری استعداد 18 سے 28 لُومن فی واٹ ہوتی ہے۔ مخلوط روشنی کے بلب بھی فیکٹری ہال، سڑکوں، کھیل کے میدانوں اور زیرِ تعمیر عمارتوں کو منوّر کرنے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔

لوجنی مرکری ویپر لیمپ (Halogen mercury vapour lamp)۔ مرکری ویپر لیمپ کے بلب میں دھاتی آئیوڈائیڈ کا اضافہ کرنے سے مرکری ویپر لیمپ کی روشنی کا رنگ اور تنویری استعداد بہتر ہو جاتی ہے۔ ایسے لیمپوں کی تنویری استعداد 92 لُومن فی واٹ تک ہو سکتی ہے۔ ان سے خارج شدہ روشنی سفید رنگ کی ہوتی ہے۔ ان کا آغازی وقت تقریباً 3 سے 8 منٹ ہوتا ہے۔ ان لیمپوں کے سرکٹ میں چوک کا استعمال (اے سی کی صورت میں) ضروری ہوتا ہے۔

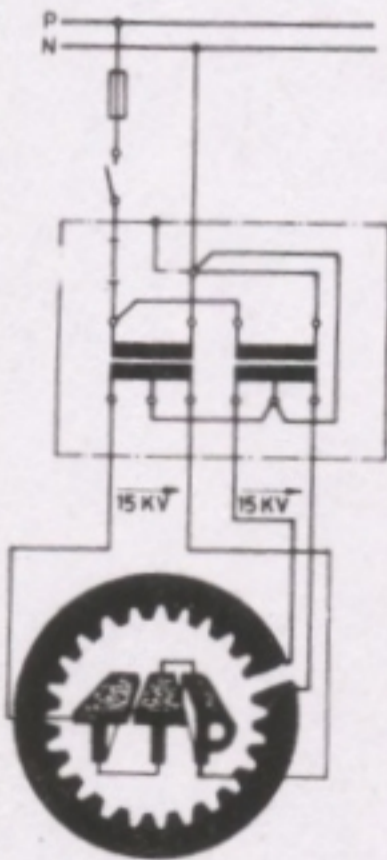
725 سوڈیم ویپر لیمپ (Sodium vapour lamp)

سوڈیم ویپر لیمپ ایک U - نما ڈسچارج ٹیوب پر مشتمل ہوتا ہے جس میں سوڈیم کے بخارات بھرے ہوتے ہیں۔ زیادہ تنویری استعداد حاصل کرنے کے لیے حراری ضیاع کم ہونا چاہیے۔ اس لیے ڈسچارج ٹیوب کے گرد دوہری دیوار کا ایک خول چڑھایا ہوتا ہے۔ دونوں دیواروں کے درمیان خلا ہوتا ہے تاکہ حراری ضیاع کم سے کم ہو۔ ان لیمپوں کے لیے بھی مینز کے برقی دباؤ سے زیادہ آغازی برقی دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ برقی دباؤ ایک خاص ٹرانسفارمر کے ذریعہ فراہم کیا جاتا ہے جو برقی رَو کو محدود رکھتا ہے (شکل 725/1)۔

سوڈیم ویپر لیمپ کی تنویری استعداد بہت زیادہ ہوتی ہے مثلاً 200 واٹ کے لیمپ کی تنویری استعداد تقریباً 96 لُومن فی واٹ ہوتی ہے۔ ان کی اوسط میعادِ کار 7500 گھنٹے ہوتی ہے۔ سوڈیم ویپر لیمپ کا آغازی وقت 10 سے 15 منٹ ہوتا ہے۔ اس سے خارج شدہ روشنی زرد رنگ کی ہوتی ہے۔ فٹ پاتھ اور بندرگاہوں وغیرہ کو منوّر کرنے کے لیے یہ بہت مناسب رہتے ہیں۔

725/1: سوڈیم ویپر لیمپ کا سرکٹ

726 نیون ٹیوب (Neon tube)

نیون ٹیوب میں نیون گیس کا آمیزہ استعمال کیا جاتا ہے۔ ڈسچارج ٹیوب میں نصب شدہ برقیروں کو گرم نہیں کیا جاتا ہے۔ ان ٹیوبوں کے لیے بلند اطلاقی برقی دباؤ درکار ہوتا ہے۔ یہ برقی دباؤ ایک خاص ٹرانسفارمر کے ذریعہ فراہم کیا جاتا ہے جو کہ دورانِ کار برقی رَو کو محدود رکھتا ہے۔ مختلف رنگوں کی روشنی حاصل کرنے کے لیے بھرتی گیس کے آمیزہ کی مختلف ترکیب استعمال کی جاتی ہے۔ نیون گیس ڈسچارج سے سرخ روشنی، مرکری ڈسچارج سے نیلی روشنی حاصل ہوتی ہے۔ مختلف فلوری میٹریل اور مختلف رنگوں کے شیشے استعمال کرنے سے روشنی کے مختلف رنگ حاصل کیے جا سکتے ہیں۔ یہ ٹیوبیں زیادہ تر تشہیری مقاصد کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔

ان کی اوسط میعادِ کار تقریباً 12000 گھنٹے ہوتی ہے۔ ان سے صَرف کردہ برقی رَو 25 سے 125 ملی ایمپیئر ہوتی ہے۔

726/1: نیون لیمپ کا سرکٹ

8 بجلی گھر اور برقی توانائی کی تقسیم

(Power Station And Distribution of Electrical Energy)

81 بجلی گھر (Power stations)

گھریلو اور صنعتی مقاصد کے لیے برقی طاقت سہ فیز سنکرونس جنریٹر (آلٹرنیٹر) کی مدد سے پیدا کی جاتی ہے۔ جنریٹر کو چلانے والی قوتِ عمل پر منحصر بجلی گھروں کی مختلف اقسام ہوتی ہیں مثلاً پن بجلی گھر، دخانی بجلی گھر اور ایٹمی بجلی گھر۔

811 پن بجلی گھر (Hydroelectric power stations)

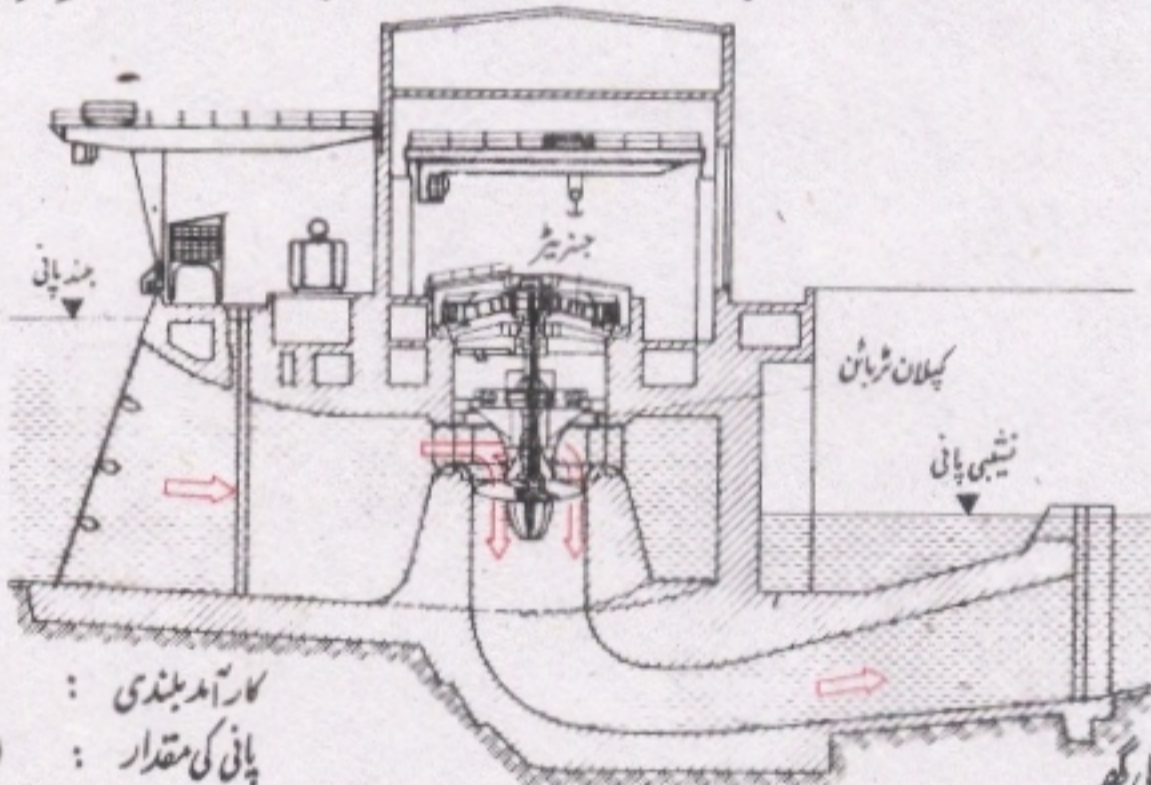
پن بجلی گھر میں پانی کی توانائی ٹربائن کو چلانے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ پانی گرنے کی بلندی کے لحاظ سے پن بجلی گھروں کی مندرجہ ذیل اقسام ہیں :

کم بلندی کے پن بجلی گھر (بلندی : 25 میٹر تک)

درمیانی بلندی کے پن بجلی گھر (بلندی: 25 میٹر سے 100 میٹر تک)

زیادہ بلندی کے پن بجلی گھر (بلندی : 100 میٹر سے زیادہ)

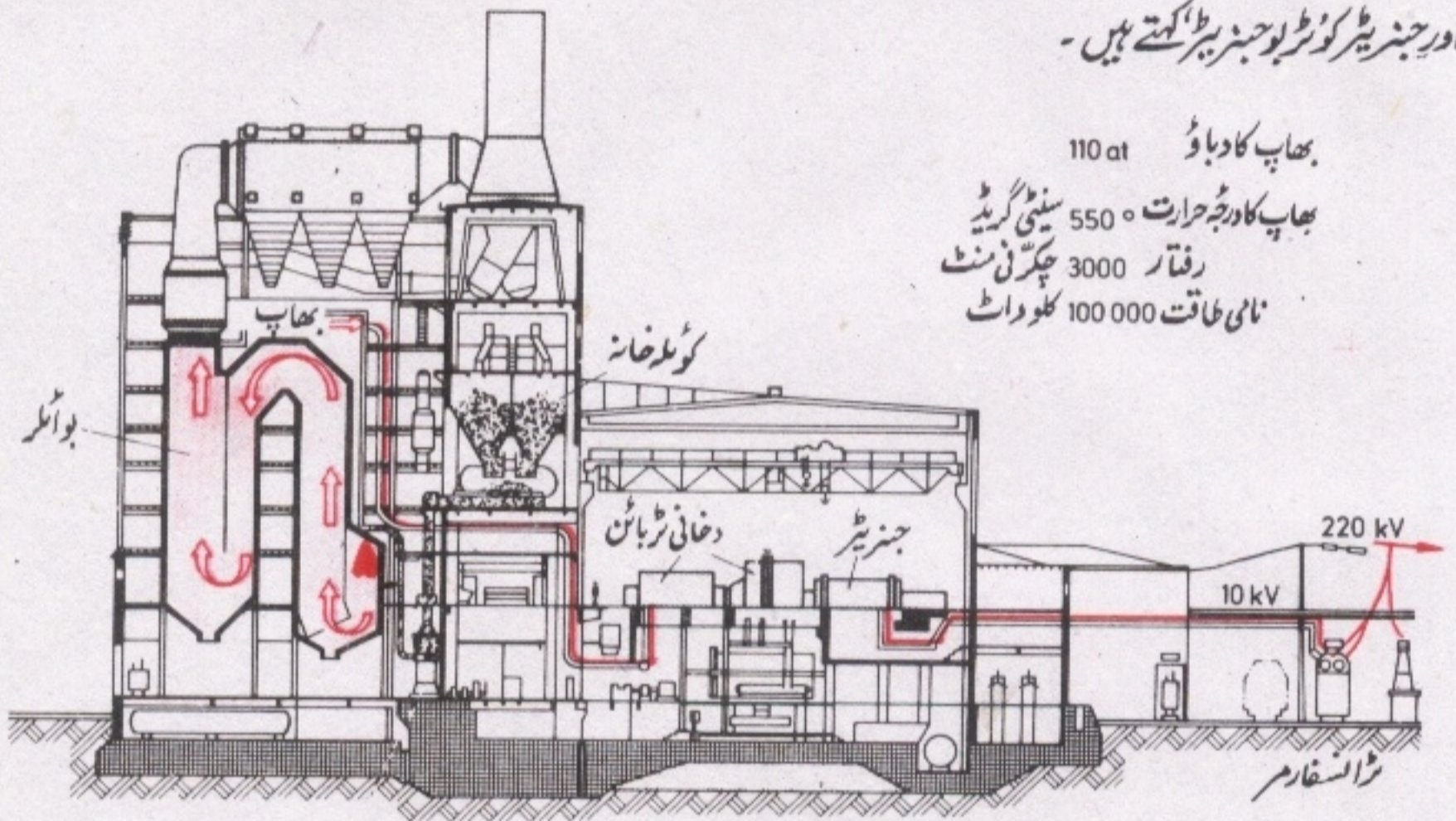
جاری پانی کے بجلی گھر (Running water power stations) - اگر پانی کی مناسب مقدار اور قدرتی بلندی دستیاب ہو تو جاری پانی پر بھی بجلی گھر بنائے جاتے ہیں (شکل 811/1)۔ اس صورت میں بند باندھ کر پانی کا ذخیرہ نہیں کیا جاتا۔ یہ بجلی گھر بنیادی لوڈ کے لیے برقی طاقت فراہم کرتے ہیں۔

ذخیرہ کردہ پانی کے بجلی گھر (Storage water power stations) - بند باندھ کر پانی کا ذخیرہ کر لیا جاتا ہے اور پانی کو مناسب بلندی سے گرا کر ٹربائن چلانے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔ یہ ٹربائن جنریٹر کو چلاتی ہے۔ یہ بجلی گھر

811/1: جاری پانی کا بجلی گھر

لوڈ کی چوٹیوں کے اوقات میں برقی طاقت فراہم کرتے ہیں۔

پمپ کے ذریعہ ذخیرہ کردہ پانی کے بجلی گھر (Pump water power stations)۔ جب برقی طاقت کے نظام پر لوڈ کم ہوتا ہے (مثلاً رات کے وقت یا چھٹی کے دن) تو بڑے بڑے پمپوں کی مدد سے نشیبی جھیل یا دریا کے پانی کو بلندی پر واقع مصنوعی جھیل میں ذخیرہ کر لیا جاتا ہے اور لوڈ کی چوٹیوں کے اوقات میں اس پانی کو بلندی سے گرا کر ٹربائن چلانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

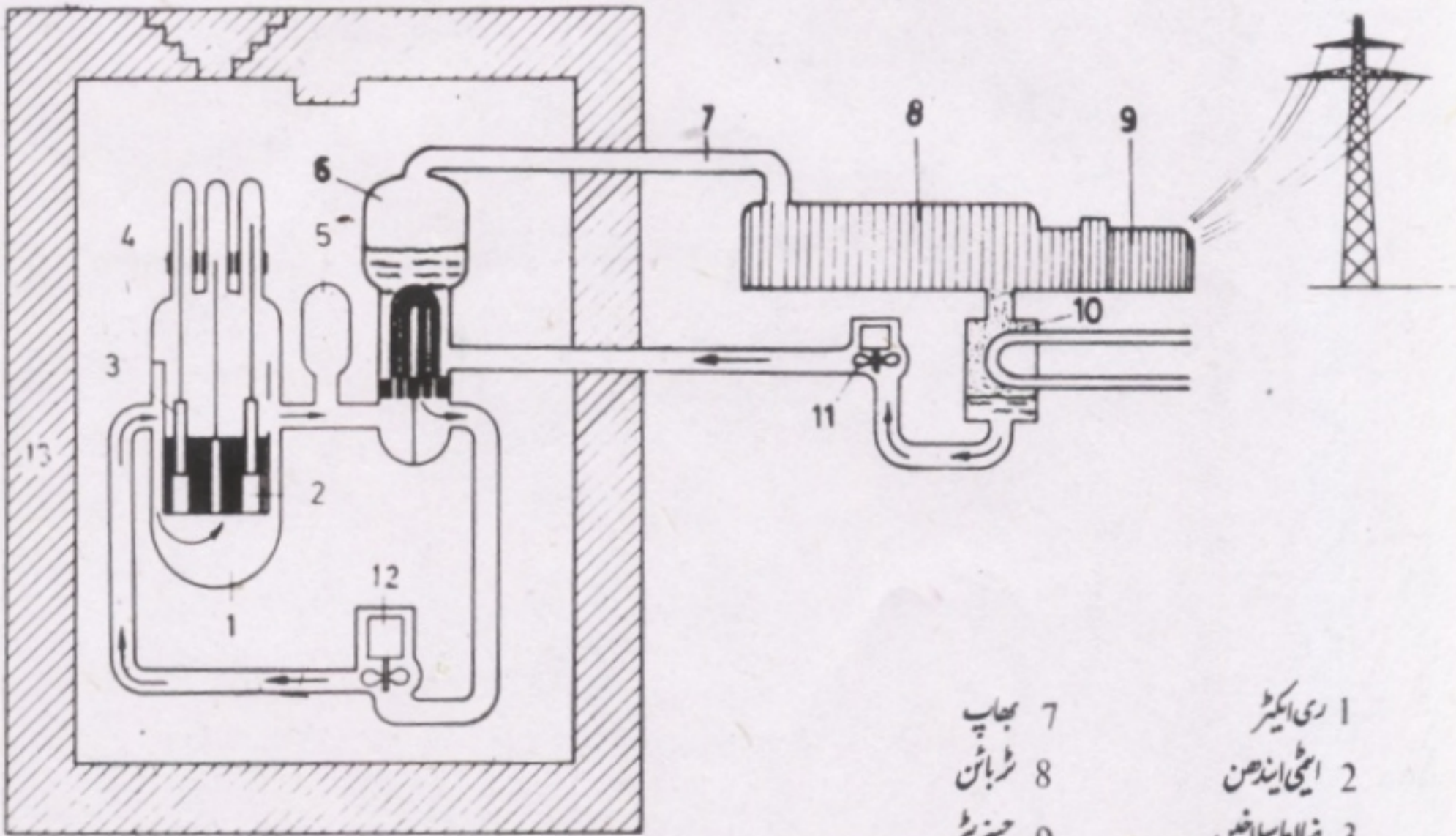
مدّوجزری بجلی گھر (Tidal power stations) - اُن جگہوں پر جہاں مدّوجزر زیادہ ہوتا ہے، پانی کے مدّوجزر کی توانائی کو ٹربائن اور جنریٹر کی مدد سے برقی توانائی میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔
آبی ٹربائن کی رفتار نسبتاً کم ہوتی ہے۔ یہ ٹربائن جنریٹر کو براہِ راست یا گراریوں کے ذریعہ میکانی طاقت منتقل کرتی ہے۔ آلٹرنیٹر کے قطبوں کی تعداد دو سے زیادہ ہوتی ہے۔ طاقت کی براہِ راست منتقلی کی صورت میں ان کی تعداد 110 تک ہوسکتی ہے۔

812 **حراری بجلی گھر** (Thermal power stations) حراری بجلی گھر میں ایندھن (کوئلہ، گیس، ڈیزل وغیرہ) کی احتراقی حرارتی توانائی، برقی توانائی میں تبدیل کی جاتی ہے۔ احتراقی حرارت کی مدد سے بوائلر میں بھاپ پیدا کی جاتی ہے۔ اِس بھاپ کی مدد سے دخانی ٹربائن چلائی جاتی ہے جو کہ جنریٹر کو چلاتی ہے۔ دخانی ٹربائن کی رفتار زیادہ ہوتی ہے۔ عام طور پر یہ 3000 چکّر فی منٹ کی رفتار سے گردش کرنے کے لیے بنائی جاتی ہیں اور انہیں براہِ راست دو قطبوں والے جنریٹر کے ساتھ لگا دیا جاتا ہے۔ ایسی ٹربائن اور جنریٹر کو ٹربو جنریٹر کہتے ہیں۔

812/1: حراری بجلی گھر

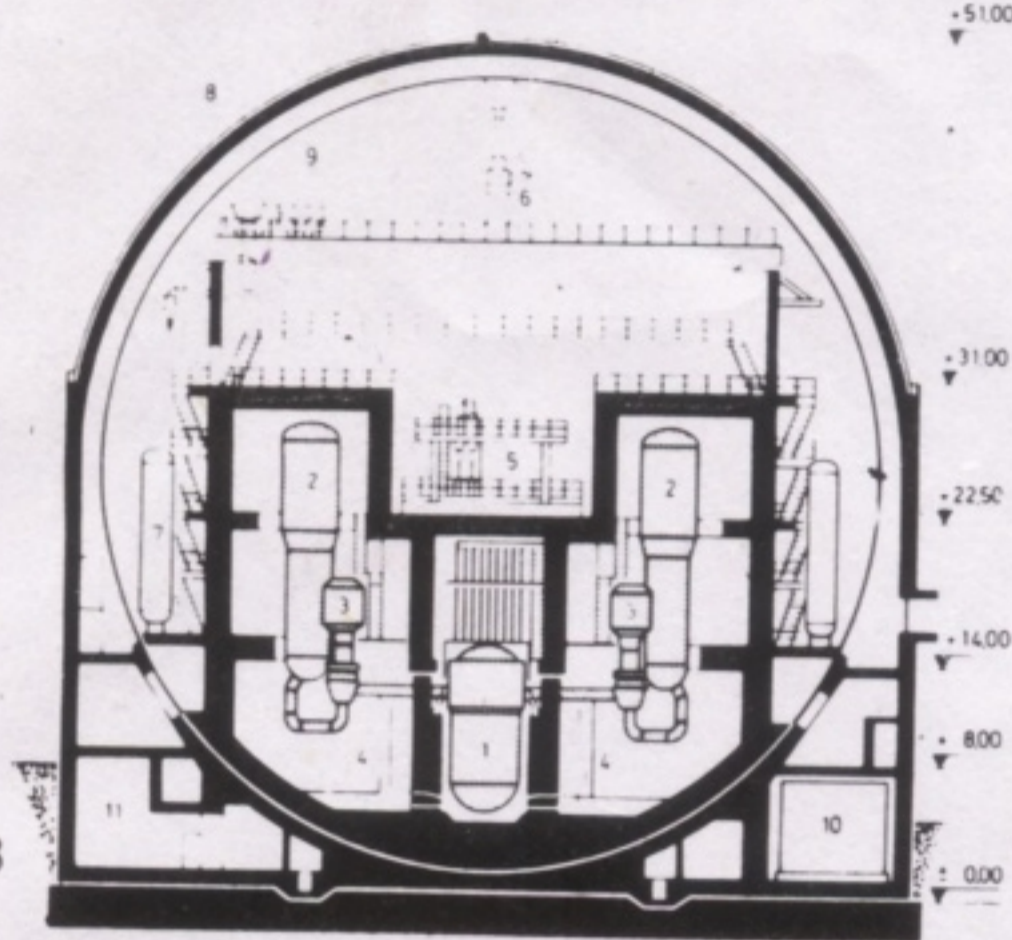
اقتصادی بنا پر حراری بجلی گھروں کو مستقل چلتے رہنا چاہیے۔ جاری پانی کے بجلی گھر کی طرح یہ بجلی گھر بنیادی لوڈ کو برقی توانائی فراہم کرنے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔
حراری بجلی گھر میں پتھر کا کوئلہ، تیل (ڈیزل)، یا گیس ایندھن کے طور پر استعمال کی جاتی ہے۔

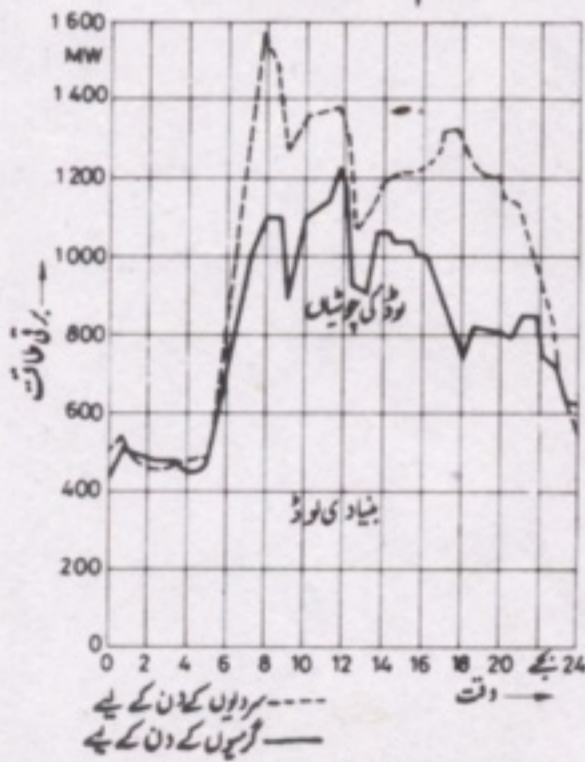
ایٹمی بجلی گھر (Nuclear power stations) - ایٹمی توانائی کو براہِ راست برقی توانائی میں تبدیل کرنا ابھی تک ممکن نہیں۔ ایٹمی توانائی سے حاصل کردہ حرارت کو بھاپ پیدا کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جو کہ دخانی ٹربائن کو چلاتی ہے۔ ایٹمی بجلی گھر بنیادی طور پر حراری بجلی گھر ہی ہوتے ہیں جن میں ایٹمی ایندھن استعمال کیا جاتا ہے۔ ایٹمی ایندھن ری ایکٹر میں جلایا جاتا ہے اور ری ایکٹر میں ہی بھاپ پیدا ہوتا ہے۔ بھاری انشقاق پذیر (fissionable) عنصر مثلاً یورینیم ایٹمی ایندھن کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ 1000 میگاواٹ برقی طاقت پیدا کرنے کے لیے سالانہ 32 ٹن یورینیم استعمال ہوتی ہے۔

معتدل گر (moderator) اور نظامِ خنکی یا تبریدی نظام (cooling system) کے لحاظ سے گیس سے خنک کردہ گریفائٹ سے معتدل کردہ ہلکے پانی کے ری ایکٹر، فشردہ پانی (pressurized water) کے ری ایکٹر یا بھاری پانی (heavy water) کے ری ایکٹر میں تمیز کی جاسکتی ہے۔ نیوکلیس کا انشقاق حراری نیوٹرون (جو کہ سست رَو ہوتے ہیں) یا تیز متحرک نیوٹرون کی مدد سے کیا جاتا ہے۔

شکل 812/2 میں فشردہ پانی کے ری ایکٹر کا اصول واضح کیا گیا ہے۔ فشردہ پانی معتدل گر کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ ری ایکٹر کے فشردی خول میں دباؤ تقریباً 150 ہوائی دباؤ کے برابر ہوتا ہے تاکہ پانی کھول نہ سکے۔ نظامِ خنکی اور پانی کو بھاپ میں تبدیل کرنے کے نظام کو سٹیل اور کنکریٹ سے تعمیر شدہ عمارت کے (ڈھال) نیچے یکجا کیا جاتا ہے (شکل 812/3)۔ فعال حصّوں مثلاً ری ایکٹر۔ خنکی کا نظام، بوائلر اور پمپ وغیرہ کو مخصوص طریقہ سے محفوظ کیا جاتا ہے تاکہ تابکار شعاعیں فضا میں خارج نہ ہونے پائیں۔ ایٹمی ایندھن سلاخوں کی شکل میں ہوتا ہے۔ جل جانے کے بعد اس کو مشین کے ذریعہ تبدیل کیا جاتا ہے۔ ضابط سلاخیں (control rods) نیوٹرون کو جذب کر لیتی ہیں۔ ری ایکٹر کے اندر ان کی لمبائی کم و بیش کر کے ری ایکٹر کی طاقت تبدیل کی جاسکتی ہے۔

1 ری ایکٹر
2 ایٹمی ایندھن
3 ضابط سلاخیں
4 ضابط سلاخوں کے لیے ڈائیوڈ
5 فشردی خول
6 بوائلر
7 بھاپ
8 ٹربائن
9 جنریٹر
10 کپیسیٹر
11 واٹر پمپ
12 واٹر پمپ
13 ری ایکٹر کی ڈھال

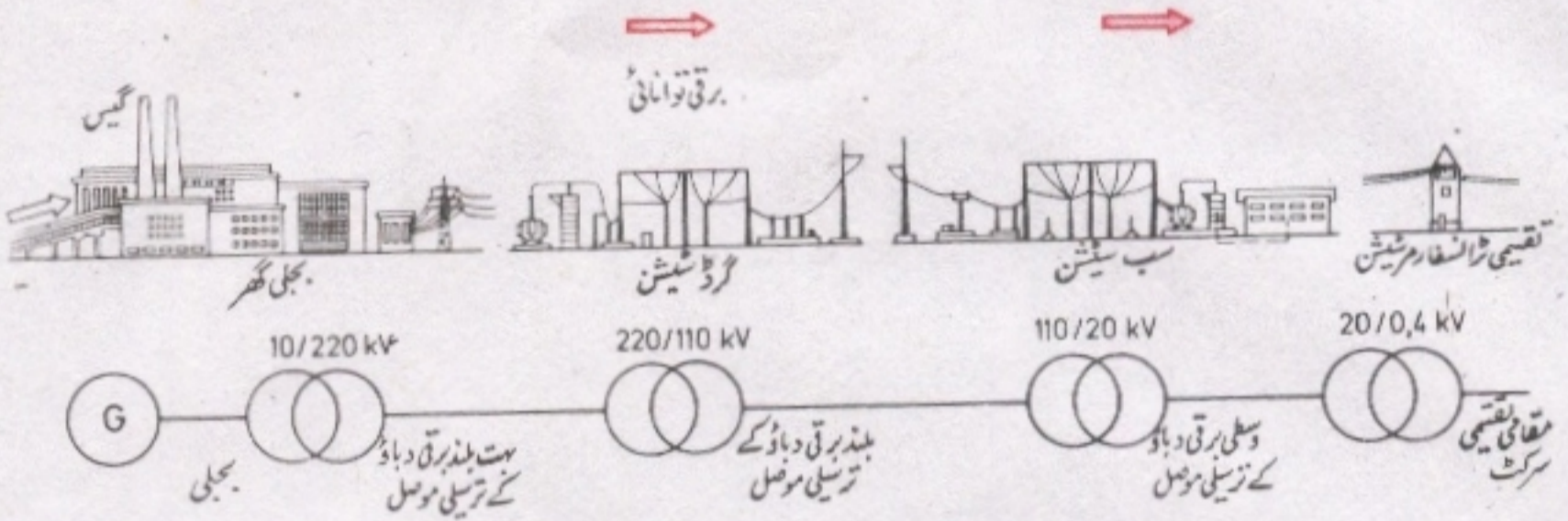
812/2: ایٹمی بجلی گھر

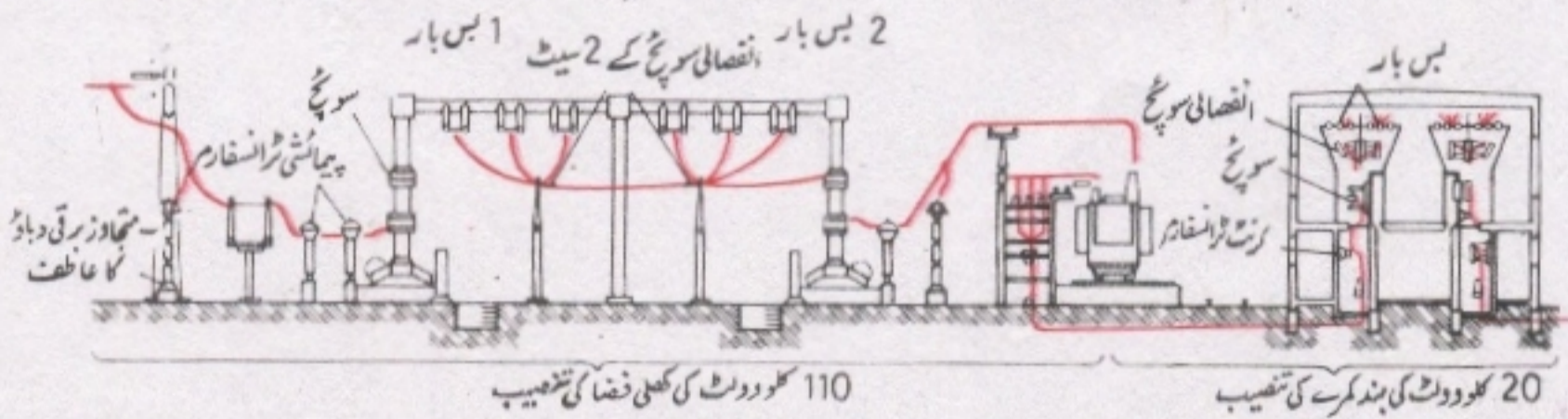
نیوکلیس کے انشقاق کی وجہ سے پیدا ہونے والے تیز نیوٹرون کو معتدل گر کی مدد سے سست رفتار کیا جاتا ہے۔ بریک کی وجہ سے پیدا شدہ توانائی بھی سرد کار پانی کو منتقل ہو جاتی ہے۔ مبدل حرارت (heat exchanger) کی مدد سے بھاپ پیدا کی جاتی ہے جو کہ جنریٹر اور ٹربائن چلانے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

812/3: ایٹمی ری ایکٹر

813 **منحنیٔ لوڈ** (Load curve)۔ بجلی سپلائی کرنے والی کمپنی سے صارفین کو فراہم کردہ برقی طاقت دن کے مختلف اوقات میں مختلف ہوتی ہے (شکل 813/1)۔ صبح اور شام کے وقت اس کی مقدار بہت زیادہ ہوتی ہے، خصوصاً سردیوں میں۔ رات کے وقت فراہم کردہ طاقت بہت کم ہوتی ہے۔ صبح اور شام کے وقت زیادہ برقی طاقت صَرف ہوتی ہے کیونکہ ان اوقات میں صنعتی صارفین کے علاوہ گھریلو صارفین بھی برقی طاقت صَرف کرتے ہیں ہما وقت فراہم کردہ برقی طاقت کو بنیادی لوڈ کہتے ہیں۔ بنیادی لوڈ کے علاوہ لوڈ کی چوٹیوں (انتہائی لوڈ) کے لیے بھی برقی طاقت فراہم کی جاتی ہے۔

813/1: منحنیٔ لوڈ

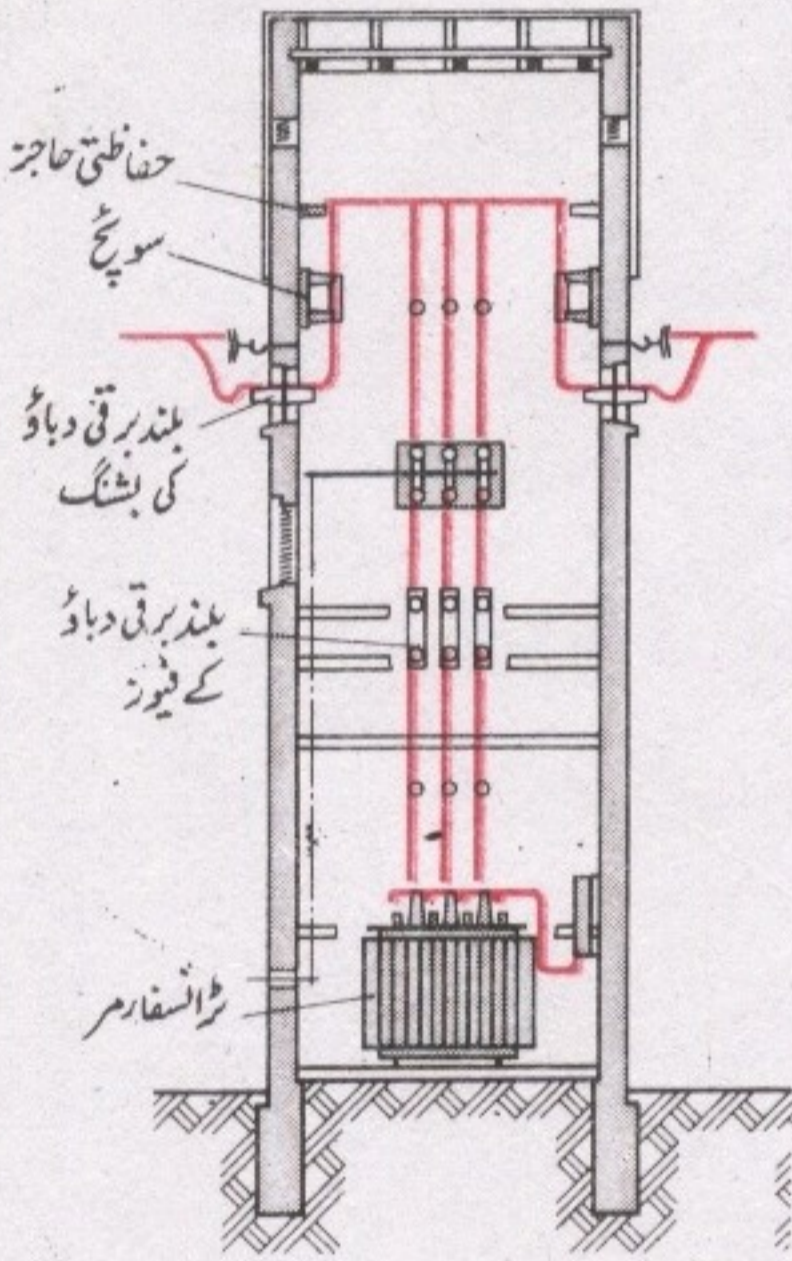
814 **بجلی گھروں میں پیدا ہونے والا برقی دباؤ** (Voltage generated in power houses)۔ بجلی گھروں میں برقی توانائی تقریباً 10 یا 20 کلو وولٹ پر پیدا کی جاتی ہے۔ برقی توانائی کی اقتصادی ترسیل کے لیے یہ برقی دباؤ بہت کم ہوتا ہے۔ اس لیے بجلی گھر کے ٹرانسفارمر سٹیشن میں اس برقی دباؤ کو 60 سے 500 کلو وولٹ پر تحویل کیا جاتا ہے۔

82 برقی توانائی کی ترسیل (Transmission of electrical energy)

بجلی گھر سے صارفین تک پہنچتے ہوئے برقی دباؤ کی کئی دفعہ تحویل کی جاتی ہے۔ برقی توانائی کی بہت زیادہ فاصلے پر ترسیل کے لیے 220 کلو وولٹ سے 750 کلو وولٹ تک کا برقی دباؤ استعمال کیا جاتا ہے۔ درمیانی فاصلوں کے لیے 110 کلو وولٹ، کم فاصلوں کے لیے 20 کلو وولٹ اور شہری سپلائی سرکٹ کے لیے 11 کلو وولٹ کا برقی دباؤ استعمال ہوتا ہے جبکہ صارفین کو تقسیمی سرکٹ کے ذریعہ برقی توانائی 0.4 کلو وولٹ (400 وولٹ) پر فراہم کی جاتی ہے (شکل 82/1)۔

82/1: بجلی گھر سے صارفین تک برقی توانائی کی ترسیل

گرڈ سٹیشن اور سب سٹیشن پر ٹرانسفارمروں کے علاوہ متجاوز برقی رَو اور متجاوز برقی دباؤ سے حفاظت کے آلات، سوئچ، پیمائشی آلات اور دیگر آلات لگے ہوتے ہیں۔ 60 کلو وولٹ اور اس سے زیادہ برقی دباؤ کے سب سٹیشن کھلی فضا میں نصب کیے جاتے ہیں۔ 60 کلو وولٹ سے کم برقی دباؤ کے سٹیشن بند کمروں میں لگائے جاتے ہیں۔ بعض سب سٹیشن اِن دونوں اقسام کی تنصیبات پر مشتمل ہوتے ہیں (شکل 82/2)۔ کھلی فضا کی تنصیب میں ٹرانسفارمر اور دیگر آلات مجوز پایوں پر نصب ہوتے ہیں۔

82/2: 110kV/20kV کا سب سٹیشن - بند کمرے کی تنصیب، کھلی فضا کی تنصیب

تقسیمی نظام میں ٹرانسفارمر برقی دباؤ کو 11 یا 20 کلو وولٹ سے 0.4 کلو وولٹ (400 وولٹ) پر تحویل کرتا ہے۔ یہ تقسیمی ٹرانسفارمر کھمبوں پر یا بعض صورتوں میں بند عمارت میں نصب کیے جاتے ہیں۔

کھمبوں پر نصب کردہ تقسیمی ٹرانسفارمر سٹیشن صرف کم طاقت کی فراہمی کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ٹرانسفارمر، سوئچ اور فیوز وغیرہ لکڑی، لوہے یا کنکریٹ کے شہتیروں کے ذریعہ کھمبوں پر نصب کیے جاتے ہیں۔ انفصالی سوئچ (isolating switch) اوپر والے حصّے میں ہوتے ہیں۔ اور زمین پر کھڑے ہو کر ان کو بانس وغیرہ کے ذریعہ عمل میں لاتے ہیں۔ انفصالی سوئچ کے نیچے ایک پلیٹ فارم پر ٹرانسفارمر نصب ہوتا ہے۔ اس پلیٹ فارم پر سے انفصالی سوئچ کے نیچے لگے ہوئے ہائی وولٹیج فیوزوں کی جانچ پڑتال کی جاسکتی ہے۔ پست برقی دباؤ کے سوئچ اور فیوز زمین سے قابلِ رسائی ایک خول میں بند ہوتے ہیں۔

فضائی تاروں سے منسلکہ بند عمارت میں نصب کردہ تقسیمی ٹرانسفارمر سٹیشن شکل 82/3 میں دکھایا گیا ہے۔ بلند برقی دباؤ کے واصل موصل کا زمین سے کم از کم فاصلہ 6 میٹر ہونا چاہیے۔ عمارت کی بلندی اسی امر پر منحصر ہوتی ہے۔ بلند برقی دباؤ کا موصل بُشنگ (bushing) کے ذریعے عمارت میں داخل کیا جاتا ہے۔ بُشنگ کے بیرونی طرف فضائی انفصالی سوئچ اور عمارت میں اندرونی انفصالی سوئچ لگا ہوتا ہے۔ ہر ٹرانسفارمر کے لیے ایک سوئچ نصب ہوتا ہے جو کہ عمارت سے بیرونی طور پر عمل میں لایا جاسکتا ہے۔ بلند برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ کے سرکٹ میں فیوز بھی لگے ہوتے ہیں۔ علاوہ ازیں ارضی نظام (ارتھ) بھی نصب کیا جاتا ہے۔

82/3: بند عمارت میں نصب کردہ تقسیمی ٹرانسفارمر سٹیشن

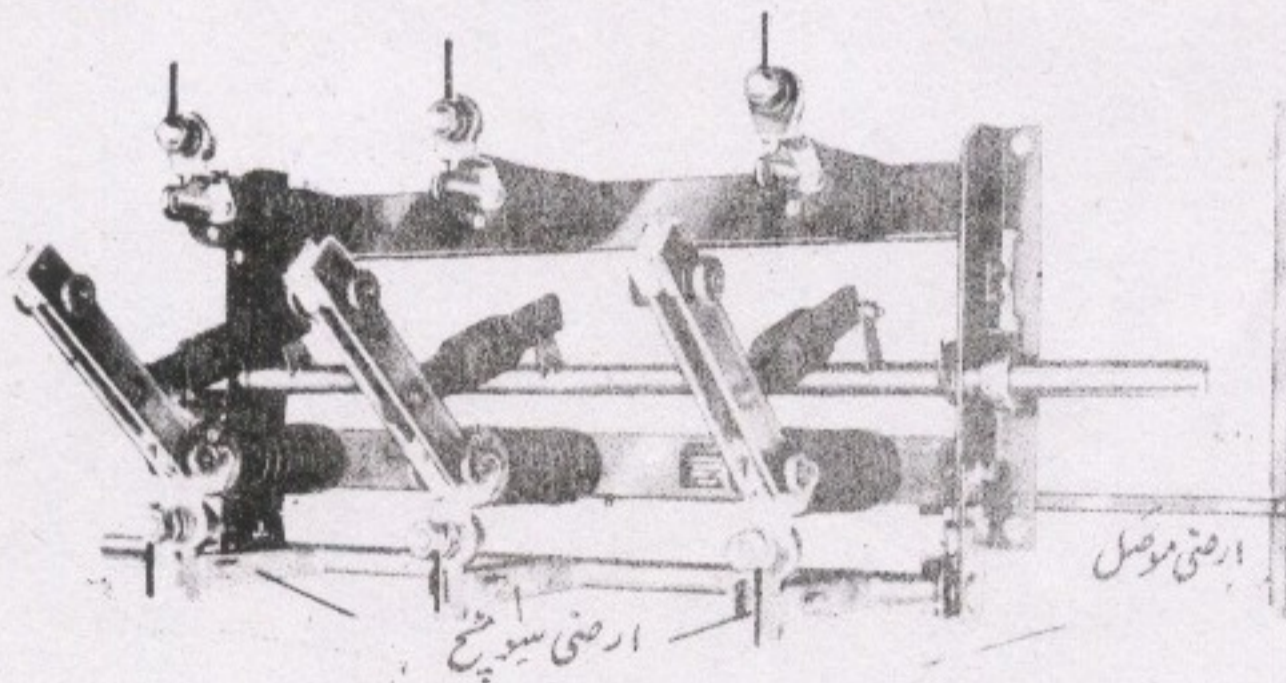
کیبل سے منسلکہ تقسیمی ٹرانسفارمر سٹیشن (شکل 82/4) عام طور پر ایک منزلہ ہوتے ہیں صنعتی تنصیبات میں یہ عام استعمال ہوتے ہیں۔ علاوہ ازیں جن جگہوں پر برقی توانائی کیبل کے ذریعے پہنچائی جاتی ہے ان صورتوں میں بھی ان کا استعمال ضروری ہو جاتا ہے۔ اِن تقسیمی سٹیشنوں میں استعمال ہونے والے فیوز اور دیگر آلات وہی ہوتے ہیں جو فضائی تاروں سے منسلکہ بند عمارت میں نصب شدہ تقسیمی ٹرانسفارمر سٹیشن میں استعمال کیے جاتے ہیں۔

821. بلند برقی دباؤ کے سوئچ (High voltage switches)

ایسے سوئچ جو 1 کلو وولٹ اور اس سے زیادہ برقی دباؤ پر استعمال کیے جاتے ہیں۔ بلند برقی دباؤ کے سوئچ کہلاتے ہیں۔ مختلف مقاصد کے لیے استعمال ہونے والے سوئچ کے مختلف نام ہیں۔ مثلاً انفصالی سوئچ، لوڈ پر استعمال ہونے والے انفصالی سوئچ، منقطعی سوئچ اور سرکٹ بریکر۔ سوئچ کا عمل اور ظرفیت تنصیب کے سائز پر منحصر ہوتی ہے۔ ان کو ہاتھ سے بذریعہ سپرنگ، فشردہ ہوا، فشردہ تیل یا برقی طاقت عمل میں لایا جاسکتا ہے۔ بڑی منقطعی تنصیبات میں عمل بعید یا مقامی عمل کے لیے زیادہ تر فشردہ ہوا یا فشردہ تیل استعمال کیا جاتا ہے۔ غلط منقطعی عمل کی وجہ سے آلات کو بہت زیادہ نقصان پہنچ سکتا ہے۔ اس سے بچنے کے لیے انفصالی سوئچ، سرکٹ بریکر یا ارضی سوئچ وغیرہ سے برقی یا میکانی طور پر باہم قفل کر دیے جاتے ہیں۔

82/4: کیبل سے منسلکہ دو ٹرانسفارمر پر مشتمل تقسیمی ٹرانسفارمر سٹیشن۔ سٹیشن میں بلند برقی دباؤ کے تین واصل کیبل ہیں۔

انفصالی سوئچ۔ انفصالی سوئچ صرف اس وقت عمل میں لائے جاتے ہیں جب سرکٹ میں سے برقی رو نہ گزر رہی ہو۔ ان کی مدد سے سرکٹ بریکر اور پیمائشی تنصیبات کو سرکٹ سے منقطع کیا جاتا ہے۔ یہ سوئچ کام کرنے والے شخص کو سامنے نظر آتے رہنے چاہئیں تاکہ اسے سرکٹ کے منقطع ہونے کا یقین رہے۔

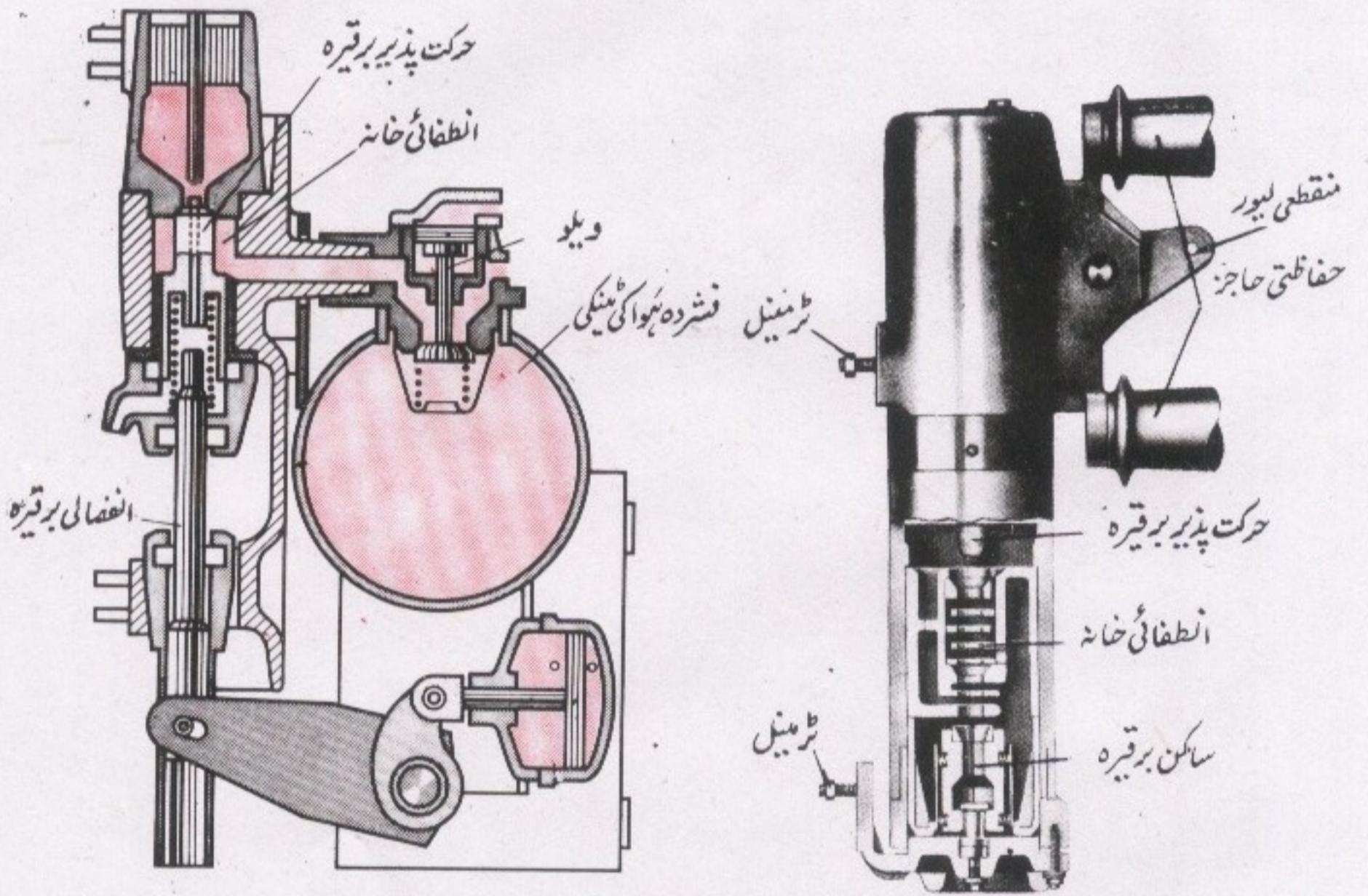
ایک سے زیادہ بس بار کی تنصیب کی صورت میں انفصالی سوئچ مختلف بس بار منتخب کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ چونکہ انفصالی سوئچ میں شعلہ بجھانے کا کوئی انتظام نہیں ہوتا اس لیے یہ صرف اسی وقت عمل میں لانے چاہییں جب سرکٹ میں سے برقی رو نہ گزر رہی ہو۔

821/1: 10 کلو وولٹ کا سہ فیز انفصالی سوئچ بمعہ ارضی سوئچ

> انفصالی سوئچ لوڈ کی حالت میں کبھی عمل میں نہیں لانے چاہییں۔

سرکٹ بریکر۔ سرکٹ بریکر کی مدد سے بہت زیادہ مقدار کی برقی رو (100 کلو ایمپیئر یا اس سے بھی زیادہ) کو "آن" یا "آف" کیا جاسکتا ہے۔ سرکٹ بریکر شارٹ سرکٹ برقی رو کو بھی منقطع کر سکتے ہیں۔ کسی سرکٹ بریکر سے منقطع کی جا سکنے

والی انتہائی برقی رَو اس کی نیم پلیٹ پر درج ہوتی ہے۔متجاوز اور شارٹ سرکٹ برقی رَو پر سرکٹ بریکر حفاظتی ریلے کے ذریعہ خود بخود عمل کرتا ہے۔

بہت زیادہ مقدار کی برقی رَو منقطع کرتے وقت سوئچ کے تماسات کے درمیان ایک شُعلہ پیدا ہوتا ہے۔سرکٹ بریکر میں اس شعلہ کو بجھانے کے لیے خاص ذرائع استعمال کیے جاتے ہیں۔ان ذرائع پر منحصر سرکٹ بریکر کی دو اقسام آئل سرکٹ بریکر اور ایئر پریشر (فشردہ ہَوا کے) سرکٹ بریکر ہیں۔

آئل سرکٹ بریکر میں شعلے کی حرارت کی وجہ سے کچھ تیل (آئل) گیس میں تبدیل ہو جاتا ہے۔اس گیس کے دباؤ کی وجہ سے تیل میں بہاؤ پیدا ہو جاتا ہے جو کہ شُعلہ بجھانے کا باعث بنتا ہے (شکل 821/2)۔جس حصّہ میں شُعلہ بُجھانے کا عمل ہوتا ہے اُسے انطفائی خانہ (arc extinguishing chamber) کہتے ہیں۔

821/3: فشردہ ہوا کا سرکٹ بریکر

821/2: آئل سرکٹ بریکر

آئل سرکٹ بریکر 220 کلو وولٹ تک کے برقی دباؤ اور 2500 ایمپیئر کی برقی رَو کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ان کی نامی منقطعی طاقت تقریباً 500 میگا وولٹ ایمپیئر تک ہوتی ہے تیل کی جگہ سلفر ہیکسا فلورائیڈ (SF_6) بھی استعمال کی جاتی ہے۔

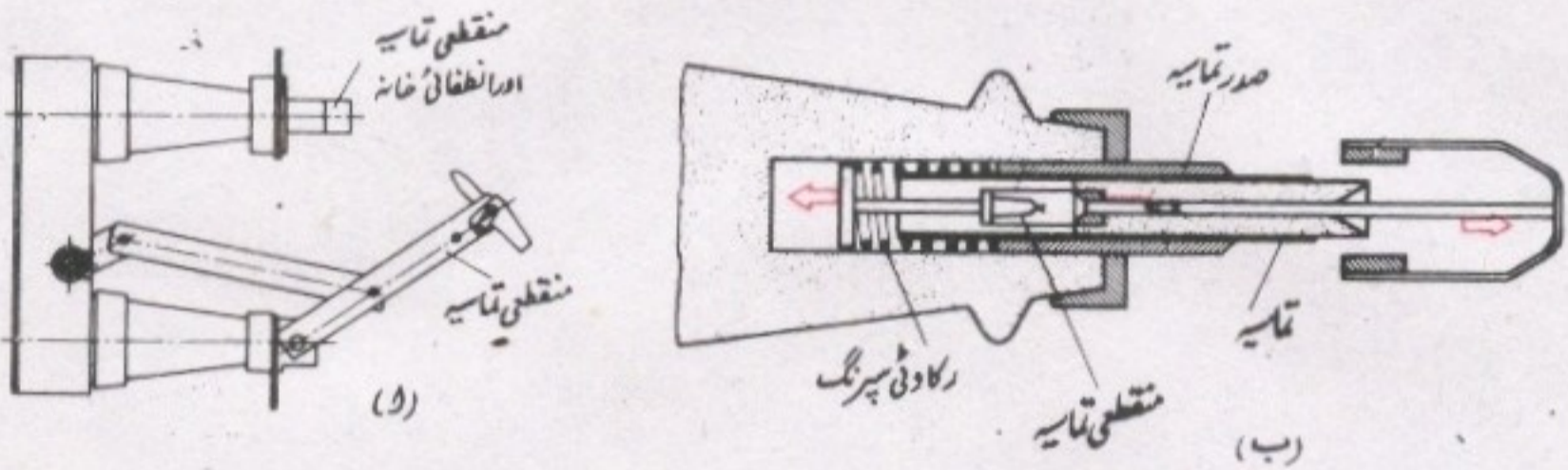
بلند برقی دباؤ پر سرکٹ منقطع کرنے کے لیے بہت سے انطفائی خانے ہم سلسلہ ترتیب میں لگا دیے جاتے ہیں۔

ایئر پریشر (فشردہ ہَوا کے) سرکٹ بریکر میں فشردہ ہَوا شُعلہ بُجھانے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ایئر پریشر سرکٹ بریکر میں فشردہ ہَوا سوئچ کو عمل میں لانے اور شُعلہ بُجھانے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔یہ سرکٹ بریکر صرف اسی وقت عمل کر سکتے ہیں جب ہَوا کا دباؤ مطلوبہ مقدار کا ہو۔بعض ایئر پریشر سرکٹ بریکر بند انطفائی خانہ پر مشتمل ہوتے ہیں اور بعض صورتوں میں ہَوا کھُلی فضا

میں خارج ہوتی ہے (شکل 821/3)۔

110 کلو وولٹ سے زیادہ برقی دباؤ کی صورت میں دو سے زیادہ منقطعی تماسات ہم سلسلہ ترتیب میں استعمال کیے جاتے ہیں۔

منقطعی سوئچ اور لوڈ پر استعمال ہونے والے انفصالی سوئچ ۔ یہ دونوں سوئچ انفصالی سوئچ کی طرح ہمیشہ نگاہوں کے سامنے نصب کیے ہوتے ہیں۔ لیکن یہ لوڈ پر بھی عمل میں لائے جا سکتے ہیں۔ البتہ ان کی منقطعی استعداد سرکٹ بریکر سے کم ہوتی ہے۔ چونکہ یہ سستے ہوتے ہیں اس لیے ان کو چھوٹی تنصیبات میں استعمال کیا جاتا ہے۔ ٹرانسفارمر، فضائی لائن اور کیبل وغیرہ کی سوئچنگ کے لیے لوڈ پر بھی استعمال کرنے کے لیے مناسب ہوتے ہیں۔ یہ سوئچ حلقہ نما موصل کے لیے بھی استعمال کیے جا سکتے ہیں (شکل 821/4)۔ اگر شارٹ سرکٹ سے حفاظت کے لیے زیادہ طاقت کے فیوز استعمال کیے جائیں تو ان سوئچوں کو زیادہ مقدار کی شارٹ سرکٹ برقی رو کے سرکٹ میں بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ منقطعی تنصیبات کی بہتر حفاظت کے لیے عام انفصالی سوئچ کی جگہ لوڈ پر قابلِ استعمال انفصالی سوئچ استعمال کیے جاتے ہیں۔

منقطعی سوئچ ۔ (شکل 821/4) کے انطفائی خانہ میں ہارڈ گلاس سے بنی ہوئی ایک ٹیوب ہوتی ہے۔ شعلے کے زیرِ اثر اس ہارڈ گلاس سے گیس خارج ہوتی ہے جو کہ شعلے کو بجھا دیتی ہے۔

821/4: ہارڈ گلاس ٹیوب کا منقطعی سوئچ

ارضی سوئچ ۔ بلند برقی دباؤ کی تنصیبات پر کام کرنے سے پیشتر سرکٹ سے منقطع شدہ آلہ کو پہلے ارتھ اور بعد میں شارٹ کرنا چاہیے۔ اس مقصد کے لیے ارضی سوئچ استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اصولی طور پر یہ انفصالی سوئچ، یا منقطعی سوئچ کے ساتھ لگائے جاتے ہیں۔ "آن" شدہ انفصالی سوئچ، منقطعی سوئچ یا سرکٹ بریکر کی "آن" حالت میں میکانی قفل کے ذریعہ ارضی سوئچ کو "آن" ہونے سے روکا جاتا ہے۔

83 بلند طاقتی فیوز (High power fuse)

بلند اور لپست برقی دباؤ کی تنصیبات میں آجکل عموماً بلند طاقتی فیوز استعمال ہوتے ہیں۔

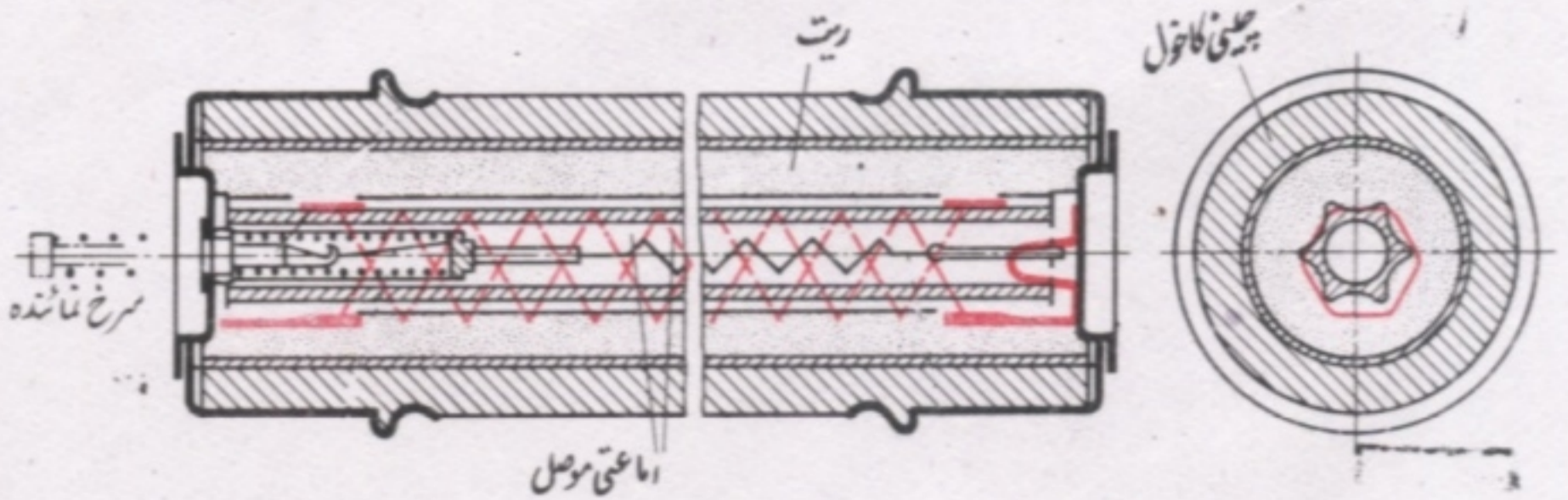
831 بلند برقی دباؤ کے بلند طاقتی فیوز (ہائی وولٹیج ہائی پاور فیوز یا ایچ ایچ فیوز)

ایچ ایچ فیوز متجاوز برقی رُو اور شارٹ سرکٹ برقی رُو کی صورت میں عمل کرتے ہیں اور شارٹ سرکٹ برقی رُو کو محدود بھی کرتے ہیں۔ ان کو ٹرانسفارمر، کپیسیٹر، پوٹینشل ٹرانسفارمر اور کیبل کے برانچی نقطہ سے پہلے لگایا جاتا ہے۔ شارٹ سرکٹ کی صورت میں یہ فیوز عمل کر کے اِن آلات کو شارٹ سرکٹ برقی رُو کے حراری اور میکانی اثرات سے محفوظ رکھتے ہیں۔ ایچ ایچ فیوز درمیانے سائز کی تنصیبات میں 30 کلو وولٹ تک کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ ایسے فیوز کی 30 کلو وولٹ پر انتہائی ظرفیت تقریباً 40 ایمپیئر ہوتی ہے۔

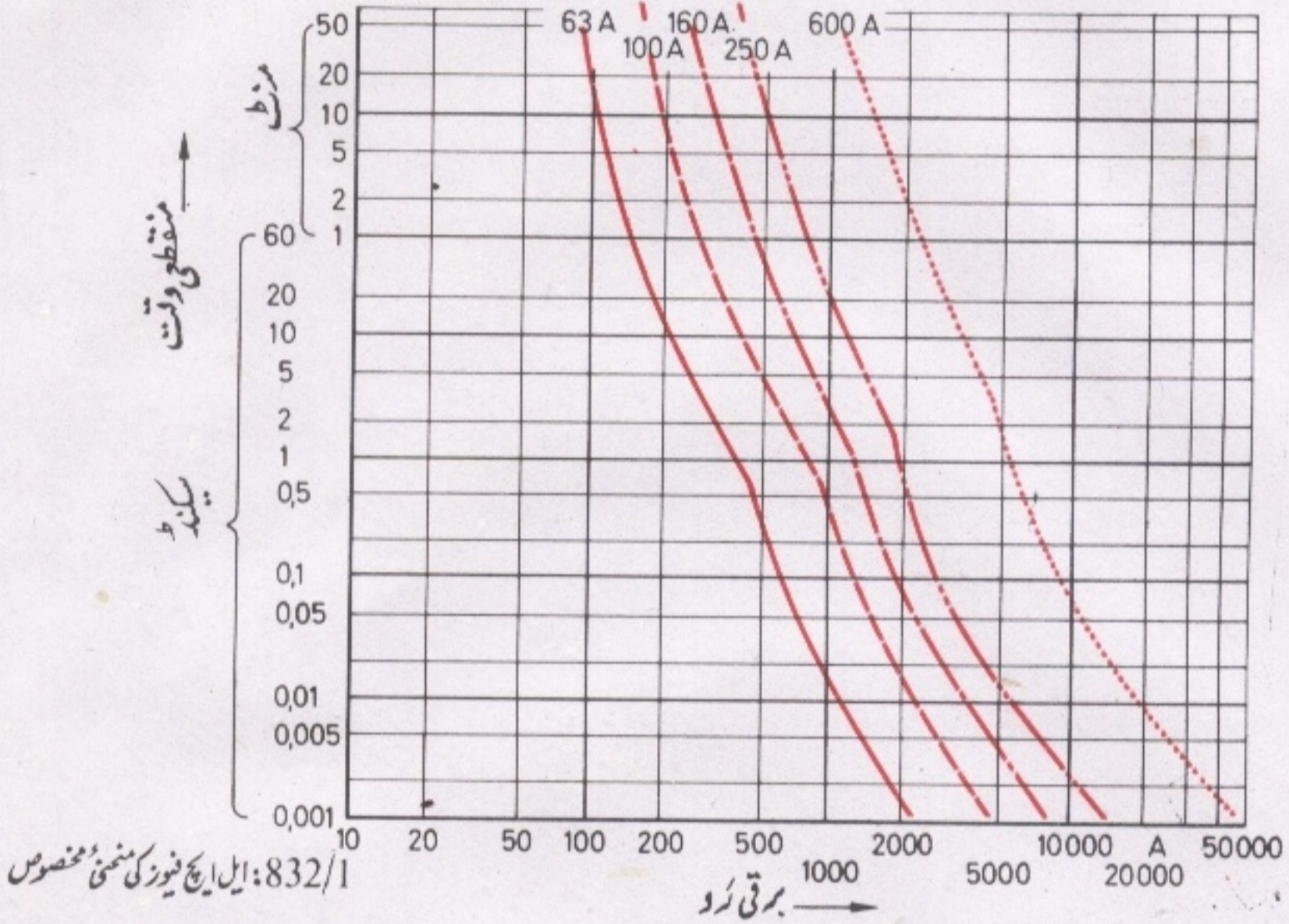
بلند برقی دباؤ اور بڑی تنصیبات میں شارٹ سرکٹ برقی رُو اور متجاوز برقی رُو سے حفاظت کے لیے سرکٹ بریکر استعمال کیے جاتے ہیں جن کو حفاظتی ریلے عمل میں لاتے ہیں۔

ایچ ایچ فیوز میں ایک سے زیادہ اماعتی موصل (melting conductor) ہوتے ہیں۔ جو ریت سے بھرے ہوئے ایک چینی کے خول میں بند ہوتے ہیں۔ شارٹ سرکٹ کی صورت میں اماعتی موصل پگھل جاتے ہیں۔ ان کی وجہ سے ایک شعلہ پیدا ہوتا ہے جو کہ ریت کی موجودگی کی وجہ سے فوری طور پر بجھ جاتا ہے۔

ان فیوزوں میں معاون اماعتی موصل کے ساتھ ایک سرخ نمائندہ (indicator) لگا ہوتا ہے جب فیوز جل جاتا ہے تو ایک چھوٹا سا سپرنگ آزاد ہو جاتا ہے۔ اس کے ذریعہ یہ نمائندہ عمل میں آتا ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ متعلقہ فیوز جل گیا ہے۔

831/1 ایچ ایچ فیوز

832 پست برقی دباؤ کے بلند طاقتی فیوز یا ایل ایچ فیوز
(Low voltage high power fuse or L. H. fuse)

ایل ایچ فیوز زیادہ مقدار کی شارٹ سرکٹ برقی رُو پر بھی استعمال کیے جاتے ہیں۔
ایل ایچ فیوز فوری یا تاخیری عمل کے ہو سکتے ہیں۔ یعنی متجاوز برقی رُو کی صورت میں یہ فیوز فوری طور پر یا تاخیر

832/1: ایل ایچ فیوز کی منحنی مخصوص

سے عمل کرتے ہیں (832/1)۔

600 :832/2 ایمپئیر کا ایل ایچ فیوز

ایل ایچ فیوز (شکل 832/2) کے اماعتی موصل تانبے کے فیتے سے بنے ہوتے ہیں۔ ان فیتوں کو جالی کی شکل میں پنچ کیا ہوتا ہے۔ ایسے مختلف فیتوں کو چاندی کی پتلی پتلی پتریوں سے آپس میں ملا دیا جاتا ہے۔ اماعتی موصل ریت سے بھرے ہوئے چینی کے خول میں بند ہوتا ہے۔

متجاوز لوڈ کی صورت میں چاندی کی پتریاں پگھل جاتی ہیں۔ اس فیوز میں بھی ایک سرخ نمائندہ لگا ہوتا ہے جس سے پتہ چل سکتا ہے کہ آیا فیوز جلا ہُوا ہے یا کہ نہیں۔
جب زیادہ مقدار کی شارٹ سرکٹ برقی رُو کا خدشہ ہو تو ایسی تنصیبات میں ایل ایچ فیوز استعمال کرنے چاہییں۔ ان کی مدد سے 100 کلو ایمپئیر سے زیادہ کی برقی رُو منقطع کی جاسکتی ہے۔ ان کا منقطعی وقت ظرفیت، فیوز کی قسم اور شارٹ سرکٹ برقی رُو پر منحصر ہوتا ہے (832/1)۔

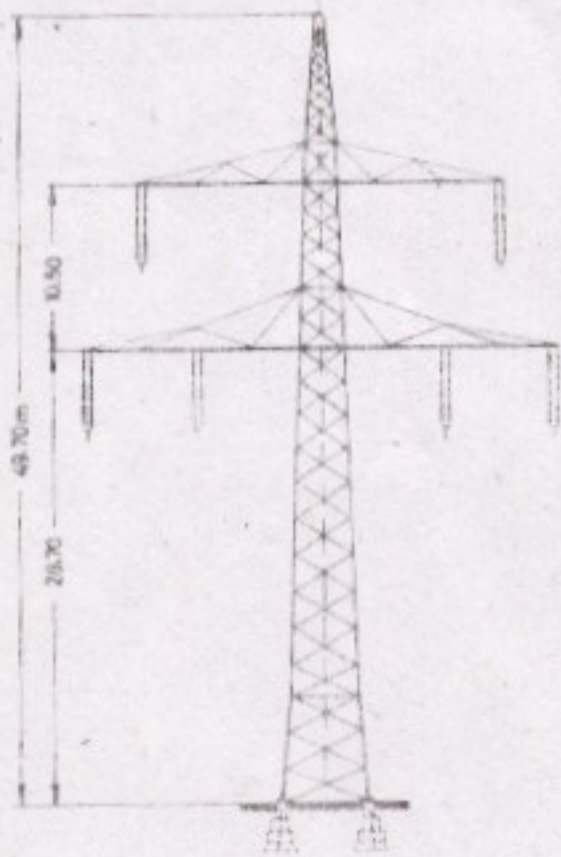
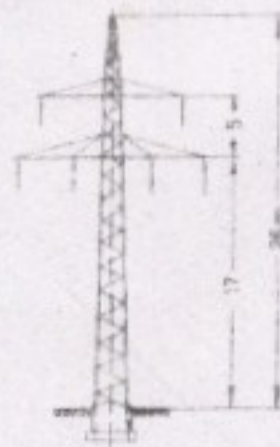
84 برقی ترسیلی تاریں (Electric transmission lines)

بجلی گھروں میں پیدا شدہ برقی توانائی کو بہت بلند برقی دباؤ (ایکسٹرا ہائی وولٹیج یا ای ایچ وی) اور بلند برقی دباؤ کے ترسیلی تاروں کے ذریعے گرڈ سٹیشن تک، وسطی برقی دباؤ کے ترسیلی تاروں کے ذریعہ سب سٹیشن تک اور پست برقی دباؤ کی تقسیمی تاروں کے ذریعہ صارف تک پہنچائی جاتی ہے۔ 220 کلو وولٹ سے 750 کلو وولٹ تک کے برقی دباؤ کو بہت بلند برقی دباؤ کا نام دیا گیا ہے۔ برقی توانائی کی مناسب فراہمی کے لیے مختلف بجلی گھروں سے بلند برقی دباؤ کے ترسیلی تار باہم مربوط ہوتے ہیں۔ اس کو گرڈ سسٹم (مربوط نظام) کہتے ہیں۔ 60 کلو وولٹ سے 110 کلو وولٹ کے برقی دباؤ کو بلند برقی دباؤ کہتے ہیں۔ گرڈ سٹیشن سے سب سٹیشن یا بڑی صنعتوں تک برقی توانائی کی ترسیل بلند برقی دباؤ کے ترسیلی تاروں کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ 3 کلو وولٹ سے 30 کلو وولٹ تک کے برقی دباؤ کو وسطی برقی دباؤ کہتے ہیں۔ وسطی برقی دباؤ کے ترسیلی تاروں کی مدد سے شہری، دیہی اور صنعتی تقسیمی سٹیشنوں کو برقی توانائی فراہم کی جاتی ہے۔ پست برقی دباؤ کے تاروں کی مدد سے برقی توانائی مختلف دیہی، گھریلو یا چھوٹی صنعتوں کو برقی توانائی فراہم کی جاتی ہے۔

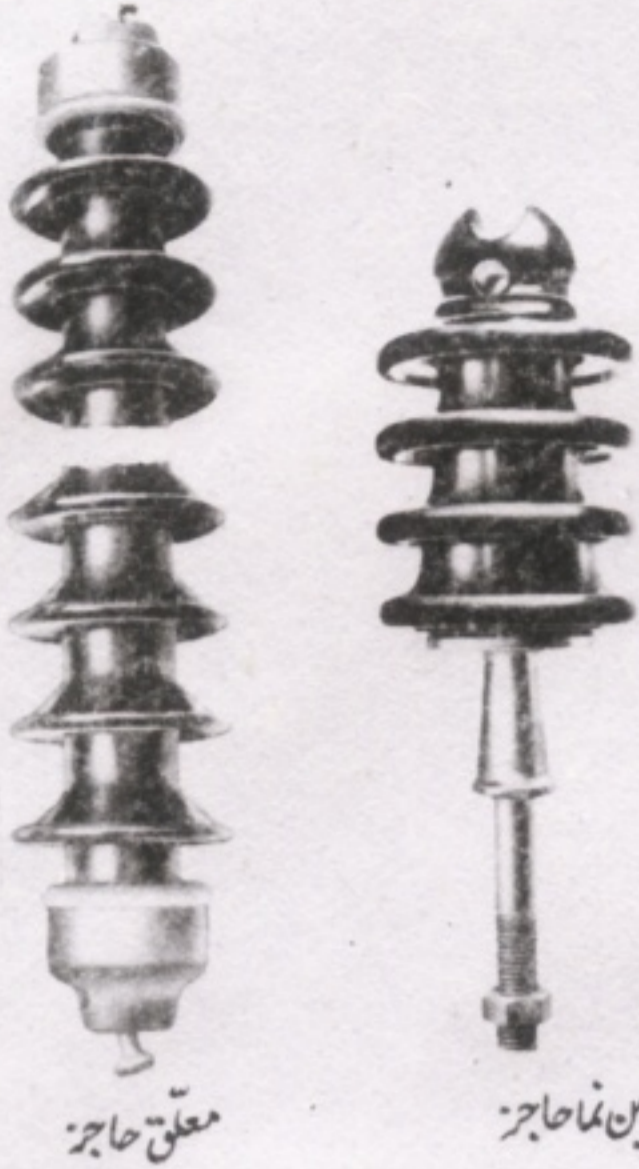
منتخب کردہ برقی دباؤ اور موصل کی عمودی تراش کا رقبہ فاصلے اور ترسیل کردہ برقی توانائی پر منحصر ہوتا ہے۔ برقی دباؤ اور برقی طاقت کے ضیاع کو مناسب حدود میں رہنا چاہیے۔ بہت بلند برقی دباؤ پر برقی توانائی کی ترسیل زیادہ تر فضائی تاروں کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ وسطی برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ کے لیے فضائی تاریں اور مجوزہ کیبل (زمین دوز) استعمال کی جاتی ہیں۔

841 بہت بلند برقی دباؤ، بلند برقی دباؤ اور وسطی برقی دباؤ کی فضائی تاریں

(Extra high voltage, high voltage and medium voltage overhead transmission lines)

فضائی برقی تاریں بجلی کے کھمبوں کے سہارے بچھائی جاتی ہیں۔ یہ کھمبے کنکریٹ، فولاد یا لکڑی کے بنے ہوتے ہیں۔ 110 کلو وولٹ سے زیادہ برقی دباؤ کے لیے کھمبے فولاد (اینگل آئرن) سے بنائے جاتے ہیں (شکل 841/1)۔ 20 کلو وولٹ سے زیادہ برقی دباؤ کی صورت میں یہ اینگل آئرن یا کنکریٹ سے بنائے جاتے ہیں، جبکہ 20 کلو وولٹ تک کے برقی دباؤ کی تاروں کے لیے لکڑی کے کھمبے بھی استعمال کیے جاتے ہیں۔

380 کلو وولٹ کی فضائی تاروں کے لیے اینگل آئرن کا کھمبا

110 کلو وولٹ کی فضائی تاروں کے لیے اینگل آئرن کا کھمبا

20 کلو وولٹ کی فضائی تاروں کے لیے کنکریٹ کا کھمبا

841/1 بہت بلند برقی دباؤ، بلند برقی دباؤ اور وسطی برقی دباؤ کی فضائی تاروں کے لیے استعمال ہونے والے کھمبے۔

841/2: بلند برقی دباؤ اور وسطی برقی دباؤ کی فضائی تاروں کی تنصیب کے لیے حاجز

کھمبوں پر تاروں کی مجوزہ شدہ تنصیب کے لیے چینی یا شیشے سے بنے ہوئے حاجز استعمال کیے جاتے ہیں۔ حاجز دو قسم کے ہوتے ہیں پن نما حاجز (pin type insulator) اور معلق حاجز (suspension insulator) (شکل 841/2)۔

وسطی برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ کی فضائی تاروں کے لیے پن نما حاجز استعمال کیے جاتے ہیں۔ بلند برقی دباؤ کی فضائی تاروں کی تنصیب میں اکثر معلق حاجز استعمال ہوتے ہیں۔ اگر ایک حاجز ناکافی ہو تو مزید حاجز زنجیر کی صورت میں سلسلہ وار ترتیب میں لگا کر استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

برقی توانائی کی ترسیل کے لیے آجکل ایلومینیم کے موصل بکثرت استعمال ہوتے ہیں۔ ایلومینیم کے تار فولاد کے ایک رستے کے گرد لپیٹے ہوتے ہیں۔ فولاد کا رستا میکانی تقویت (مضبوطی) کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ بہت بلند برقی دباؤ کی فضائی تاریں 2 یا 2 سے زیادہ موصلوں پر مشتمل ہوتی ہیں۔

مجموعی عمودی تراش کے رقبہ کو 2 یا 4 حصّوں میں تقسیم کرنے سے برق بردار فضائی تار کی تبریدی سطح کا رقبہ بڑھ جاتا ہے اور اس کی ٹھنڈے ہونے کی استعداد بڑھ جاتی ہے۔ اس کے علاوہ کئی موصلوں پر مشتمل فضائی تار پر برقی میدان کی قوت مجرّد موصل کی نسبت کم ہوتی ہے جس کی وجہ سے کرونا (corona) کا ضیاع کم ہوتا ہے۔

آہنی کھمبے، کنکریٹ کے کھمبے اور لکڑی کے کھمبوں کے موصل حصے ارتھ ہونے چاہییں۔ بلند برقی دباؤ کی فضائی تاروں کے اوپر ایک یا دو ارضی موصل بھی نصب کیے جاتے ہیں جنہیں کھمبوں پر جگہ جگہ ارتھ کیا ہوتا ہے۔ یہ ارضی موصل آسمانی بجلی سے تحفظ فراہم کرتے ہیں (آسمانی بجلی سے تحفظ کا ارضی نظام)۔

842 بلند برقی دباؤ اور وسطی برقی دباؤ کے کیبل (High voltage and medium voltage cables)

منتخب کردہ کیبل کی قسم برقی دباؤ، کیبل بچھانے کے انداز اور مطلوبہ میکانی خصوصیات پر منحصر ہوتی ہے۔ 10 کلو وولٹ تک کے برقی دباؤ کے لیے سہ موصل بیلٹڈ انسولیشن کیبل، 20 کلو وولٹ تک کے لیے مجرّد موصل کے ایلومینیم کے خول کے کیبل، 30 کلو وولٹ کے برقی دباؤ کے لیے سہ موصل کے سہ خولی کیبل، 50 کلو وولٹ تک کے برقی دباؤ کے لیے فشردہ گیس کے کیبل یا آئل کیبل استعمال کیے جاتے ہیں۔ کیبل میں استعمال کردہ موصل تانبے یا ایلومینیم کے بنے ہوتے ہیں۔

85 پست برقی دباؤ کا تقسیمی نظام (Low voltage distribution system)

تقسیمی نظام فضائی تاروں یا کیبل پر مشتمل ہو سکتا ہے ۔

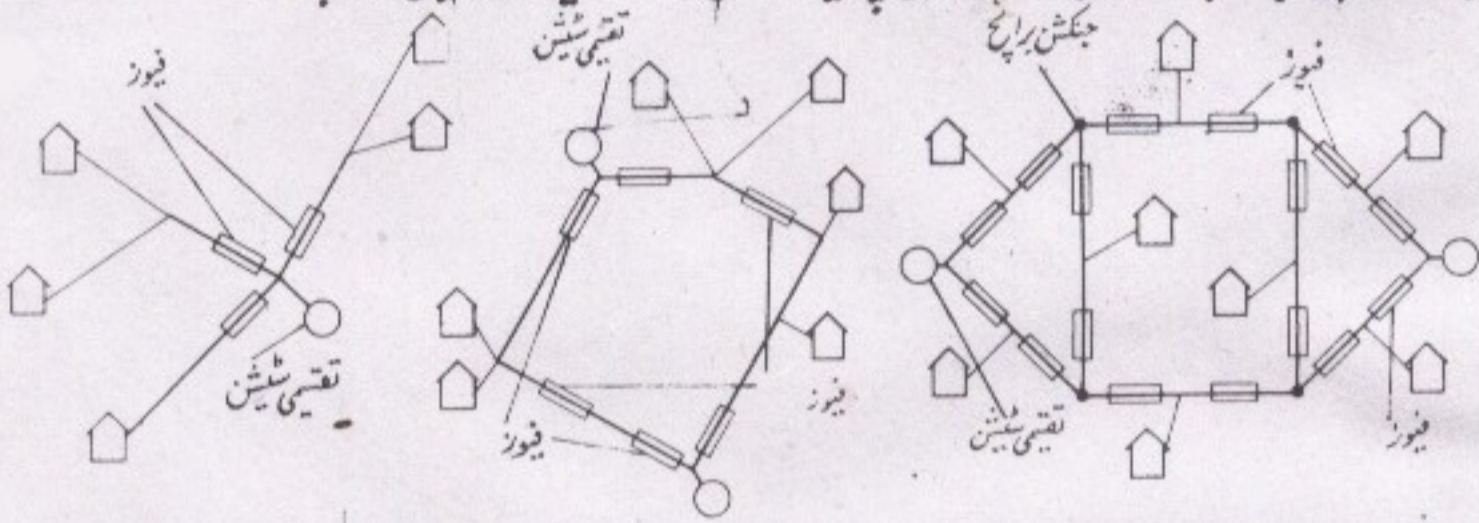
851 تقسیمی نظام کی اقسام (Types of distribution system)

برقی توانائی کے تقسیمی نظام کی تین قسمیں ہیں :

1 ۔ شعاعی موصل کا نظام (radial system)

2 ۔ حلقہ نما موصل کا نظام (ring main system)

3 ۔ مربوط حلقہ نما موصل کا نظام (interconnected system)

شعاعی موصل کا نظام ۔ یہ ایک کھلے سرکٹ پر مشتمل ہوتا ہے (شکل 851/1) جس کو برقی توانائی ایک طرف سے فراہم کی جاتی ہے ۔ ایسے سرکٹ کو بچھانا آسان ہوتا ہے اور اس کی دیکھ بھال آسانی سے کی جاسکتی ہے ۔ لیکن ایسے موصل کے آخری سرے تک وولٹیج ڈراپ میں اضافہ ہوتا جاتا ہے اس لیے شعاعی موصل پر ایک خاص حد سے زیادہ لوڈ نہیں ڈالا جاسکتا ۔

851/1: شعاعی موصل کا نظام   851/2: حلقہ نما موصل کا نظام   851/3: مربوط حلقہ نما موصل کا نظام

حلقہ نما موصل کا نظام ۔ یہ نظام ایک حلقہ نما موصل پر مشتمل ہوتا ہے ۔ اس نظام میں حلقہ کے ہر نقطہ پر دو اطراف سے برقی توانائی حاصل ہوتی ہے (شکل 851/2) ۔ حلقہ نما موصل کو فیوز نکال کر جدا کیا جاسکتا ہے ۔ دو اطراف سے برقی توانائی فراہم کرنے سے برقی رَو دونوں اطراف میں منقسم ہو جاتی ہے ۔ اس صورت میں وولٹیج ڈراپ اور برقی طاقت کا ضیاع کم ہوتا ہے ۔

مربوط حلقہ نما موصل کا نظام ۔ یہ نظام کئی ایک باہم مربوط حصوں پر مشتمل ہوتا ہے (شکل 851/3) ۔ اس نظام کے ہر صدر موصل کی عمودی تراش کا رقبہ یکساں ہوتا ہے ۔ تاروں سے مکمل فائدہ اٹھایا جاتا ہے اور وولٹیج ڈراپ بھی کم ہوتا ہے ۔ ضرورت پڑنے پر اس نظام میں بغیر کسی تبدیلی کے مزید تقسیمی سٹیشنوں کا اضافہ کیا جاسکتا ہے ۔ تقسیمی سٹیشنوں کے ٹرانسفارمروں کی ظرفیت اتنی ہوتی ہے کہ کسی ایک تقسیمی سٹیشن میں نقص پیدا ہونے کی صورت میں دوسرے سٹیشن سے برقی توانائی کی فراہمی جاری رکھی جاسکے ۔ یہ نظام کیبل سرکٹ کے لیے بہت مناسب ہوتا ہے ۔

اِن سب صورتوں میں موصل کی عمودی تراش کے رقبہ کا اس طرح انتخاب کرنا چاہیے کہ لوڈ کی صورت میں موصل پر برقی دباؤ اور برقی طاقت کا ضیاع مباح حدود میں رہے ۔ نئے بچھائے جانے والے نظام میں مستقبل کے متوقع لوڈ کو بھی مدِ نظر رکھنا چاہیے ۔ تقسیمی سٹیشن جہاں تک ممکن ہو سکے لوڈ کے مرکز میں ہونا چاہیے ۔

852 صدر موصل، میٹر کا مقام اور ڈسٹری بیوشن بورڈ (تقسیمی بورڈ)

(Main couductor, location of the meter and distribution board)

گھریلو سپلائی مینز کو ایک کیبل (صدر موصل) کے ذریعہ میٹر سے ملایا جاتا ہے (شکل 852/1) - ایک سے زیادہ میٹروں کی صورت میں مین ڈسٹری بیوشن بورڈ (صدر تقسیمی بورڈ) میں سے مختلف شاخیں میٹروں کے ساتھ ملائی جاتی ہیں۔ میٹر سے پہلے لوڈ کے لیے تار کھینچنا ممکن نہیں ہونا چاہیے۔

صدر موصل کا تعدیلی تار پانی کے پائپ کے ساتھ لگا دیا جاتا ہے اور عمارت کی بنیاد میں گڑے ہوئے ارضی برقیرے کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے۔ اس طرح تعدیلی موصل گھریلو سپلائی مینز پر ارتھ کر دیا جاتا ہے۔ علاوہ ازیں گھر میں موجود تمام دھاتی پائپ (حراری پائپ، گیس کے پائپ وغیرہ) ایریل کا ارضی موصل اور آسمانی بجلی سے حفاظتی موصل وغیرہ اس ارضی برقیرے کے ساتھ جوڑ دیے جاتے ہیں۔

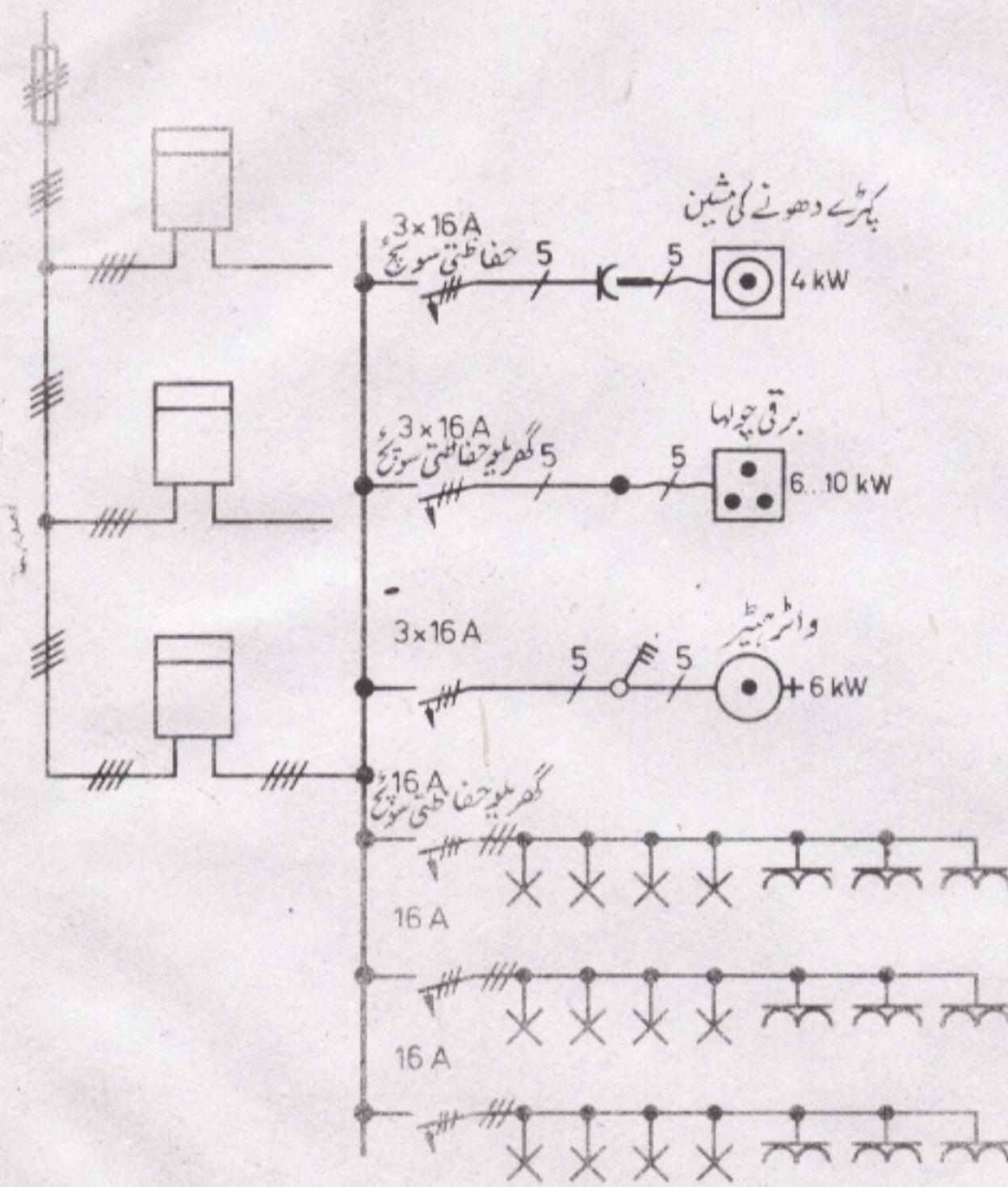
تقسیمی بورڈ عموماً سب سے نچلی منزل پر نصب کیا جاتا ہے۔ ساکٹ اور روشنی کے لیے سرکٹ کی تعداد بڑے کمروں کی تعداد کے برابر ہونی چاہیے۔ گھر میں استعمال ہونے والے بڑے برقی آلات مثلاً بجلی کا چولہا، واٹر ہیٹر اور ریفریجریٹر وغیرہ کے لیے الگ برقی سرکٹ بچھایا جاتا ہے۔ نئی گھریلو تنصیبات میں حفاظتی سوئچ یا گھریلو حفاظتی سوئچ بھی استعمال کیے جاتے ہیں۔ گھریلو تنصیبات میں روشنی کے سرکٹ کی حفاظت 10 ایمپیئر کی ظرفیت کے عام فیوز یا حفاظتی سوئچ کی مدد سے کی جاتی ہے۔ 16 ایمپیئر تک کے لوڈ کے لیے گھریلو حفاظتی سوئچ استعمال کیے جاتے ہیں۔

852/1: صدر موصل اور میٹروں کے لیے تقسیمی تاریں

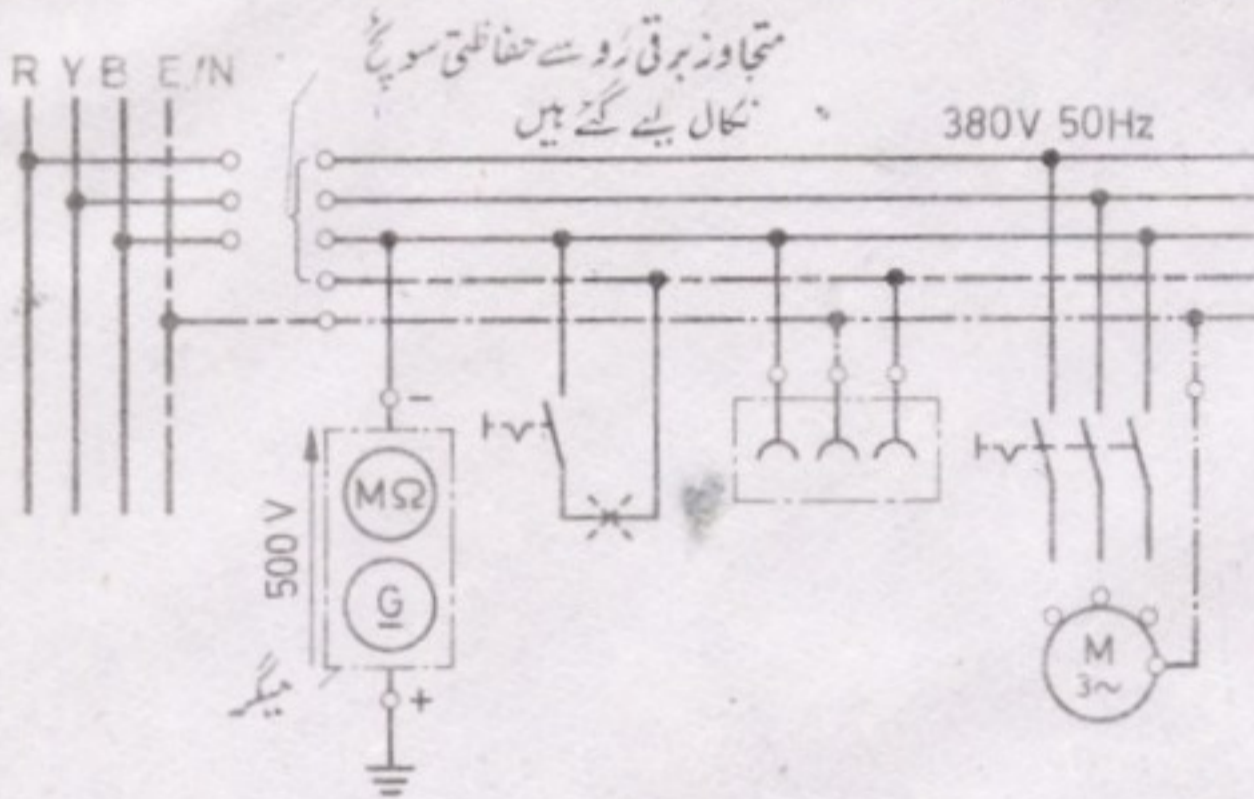
853 صارف کی تنصیبات کے لیے موصل کی عمودی تراش کا رقبہ معلوم کرنا

موصل کی عمودی تراش کا رقبہ صارف کی برقی رَو اور برقی دباؤ کے مباح ضیاع پر منحصر ہوتا ہے۔

صارف کی تنصیبات کے لیے واصل موصل میں برقی دباؤ کا مباح ضیاع مندرجہ ذیل ہے:-

گھریلو سپلائی مینز سے میٹر تک	0.5 فیصد
میٹر سے صارف کے آلات تک	1.5 فیصد
میٹر سے موٹر تک	3.0 فیصد

موصل میں برقی دباؤ کا ضیاع V_c، موصل کی لمبائی 'l'، موصل کی عمودی تراش کے رقبہ 'A'، برقی رَو 'I'، ایصالیتِ نوعی 'σ'، برقی رَو کی نوعیت اور جزء طاقت پر منحصر ہوتا ہے۔

سہ فیز اے سی کے لیے	سنگل فیز اے سی کے لیے	ڈائریکٹ برقی رَو کے لیے
$V_c = \frac{\sqrt{3} \times l \times I \times \cos\varphi}{\sigma \times A}$	$V_c = \frac{2 \times l \times I \times \cos\varphi}{\sigma \times A}$	$V_c = \frac{2 \times l \times I}{\sigma \times A}$

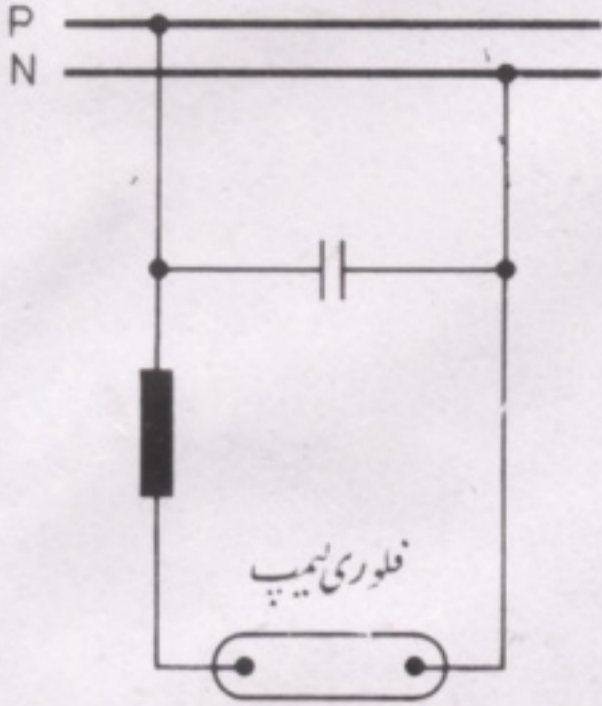
854 صارف کی تنصیبات میں مجوزیت ٹیسٹ کرنا

854/1: وائرنگ کی مجوزیت ٹیسٹ کرنا

نئی تنصیبات کو بجلی کا کنکشن دینے سے پہلے وائرنگ کی مجوزیت بھی ٹیسٹ کرنا ضروری ہوتا ہے۔ علاوہ ازیں پرانی تنصیبات کی وائرنگ کی مجوزیت بھی وقتاً فوقتاً ٹیسٹ کرتے رہنا چاہیے۔ اس ٹیسٹ میں غیر ارتھ کردہ موصلوں کی آپس میں مجوزیتی مزاحمت اور زمین کے لحاظ سے مجوزیتی مزاحمت کی پیمائش کی جاتی ہے۔ اگر حفاظتی موصل جداگانہ طور پر بچھایا گیا ہو تو تعدیلی موصل اور بیرونی موصلوں کے درمیان مجوزیتی مزاحمت اور تعدیلی موصل اور ارتھ کے درمیان مجوزیتی مزاحمت کی پیمائش بھی کی جاتی ہے۔

ٹیسٹ کرنے سے پیشتر متجاوز برقی رَو سے حفاظتی سوئچ منقطعی حالت میں لے آئیں یا اُن کو سرکٹ سے نکال لیں۔ علاوہ ازیں سرکٹ میں لگائے تمام صارف آلات مثلاً بلب وغیرہ اُتار لیے جاتے ہیں۔ وائرنگ میں لگائے گئے تمام سوئچ "آن" حالت میں لے آئیں۔ سب سے پہلے بیرونی موصلوں کی زمین کے لحاظ سے مجوزیتی مزاحمت کی پیمائش کی جاتی ہے۔ اس پیمائش کے لیے میگر کا مثبت ٹرمینل ارتھ یا حفاظتی موصل سے جوڑ دیا جاتا ہے (شکل 854/1)۔ مجرد حفاظتی موصل کی صورت میں تعدیلی موصل پر بھی بیرونی موصل کی طرح پیمائش کی جاتی ہے۔

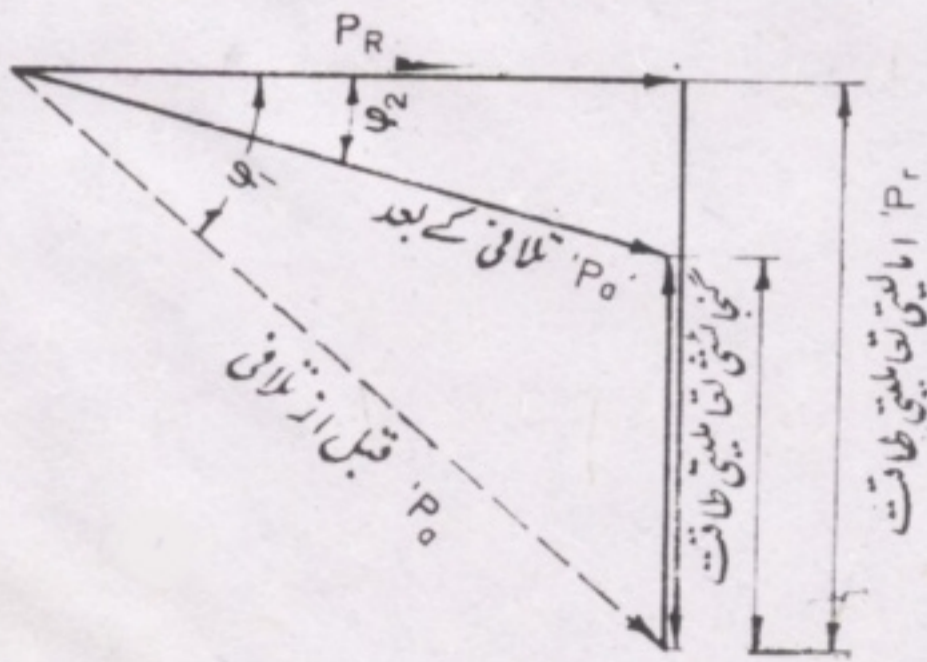
اگر خشک جگہ پر مجوزیتی مزاحمت (insulation resistance) 1000 اوم فی وولٹ اور نم جگہ پر 50 اوم فی وولٹ ہو تو وائرنگ کی مجوزیت درست ہوتی ہے۔ اگر زیرِ ٹیسٹ موصل کی لمبائی 100 میٹر سے زیادہ ہو تو مجوزیتی مزاحمت کی مطلوبہ قیمتیں مذکورہ بالا قیمتوں سے نصف ہوتی ہیں۔

9 جزءِ طاقت کو بہتر کرنا (Improvement of Power Factor)

خالص اومی صارفین (برقی لیمپ، برقی حراری آلات) میں برقی رَو اور برقی دباؤ ہم فیز ہوتے ہیں۔ برقی توانائی کے کئی ایک ایسے صارفین بھی ہوتے ہیں جن کی امالیتی تعاملیت اطلاقی برقی دباؤ اور برقی رَو کے درمیان تفاوتِ فیز کا باعث بنتی ہے مثلاً انڈکشن موٹر، چوک کوائل اور ٹرانسفارمر وغیرہ۔ تفاوتِ فیز جتنا زیادہ ہوگا جزءِ طاقت اُتنا ہی کم ہوگا۔

کم جزءِ طاقت پر وہی برقی طاقت فراہم کرنے کے لیے برقی سپلائی سسٹم میں سے زیادہ برقی رَو گزرتی ہے۔ یعنی تعقیبی امالیتی برقی رَو سسٹم پر بطور لوڈ تو عمل کرتی ہے لیکن اس سے کوئی سود مند کام نہیں لیا جاسکتا۔ کم جزءِ طاقت برقی سپلائی فراہم کرنے والی کمپنیوں کے لیے غیر اقتصادی ہوتا ہے۔ اس لیے یہ کمپنیاں بڑے صارفین کے لیے جزءِ طاقت کی کم از کم حد مقرر کر دیتی ہیں۔ اس سے کم جزءِ طاقت کے لیے صارفین کو خاص نرخ نامہ کے مطابق قیمت ادا کرنی پڑتی ہے۔ اس امر کے پیشِ نظر امالیتی تعقیبی برقی رَو کو کپیسیٹر کی مقدم برقی رَو سے متوازن کر کے تفاوتِ فیز کم کیا جاتا ہے۔

9/1 : تلافیٔ فیز کے لیے متوازی سرکٹ

> کم جزءِ طاقت کی تنصیبات میں کپیسیٹر کے ذریعہ تعاملیتی طاقت کی تلافی (compensation) کی جاتی ہے۔

جزءِ طاقت کو بہتر کرنے سے برقی رَو اور تعاملیتی طاقت کم صرف ہوتی ہے، جزءِ طاقت زیادہ ہو جانے سے مؤثر طاقت میں تبدیلی نہیں ہوتی۔

جزءِ طاقت کو بہتر کرنے (یا تلافیٔ فیز) کے لیے کپیسیٹر کو صارف کے سیریز میں لگایا جاسکتا ہے۔ اس صورت میں کپیسیٹر پر متجاوز برقی دباؤ پیدا ہو سکتا ہے۔ اس لیے اس طریقہ سے زاویۂ فیز کی کامل تلافی $(\cos\varphi = 1)$ نہیں کی جاتی بلکہ زاویۂ فیز کی جزوی تلافی کی جاتی ہے یعنی جزءِ طاقت تقریباً 0.9 کے قریب لے آتے ہیں۔

تلافیٔ فیز کے متوازی سرکٹ میں کپیسیٹر صارف کے متوازی لگایا جاتا ہے (شکل 9/1)۔ جزءِ طاقت کو بہتر کرنے کے لیے زیادہ تر متوازی سرکٹ ہی استعمال کیا جاتا ہے۔

9/2 : امالیتی صارفین میں جزءِ طاقت کو بہتر کرنے کے لیے برقی طاقتوں کی سمتی تکون۔

متلافی فیز کپیسیٹر کی گنجائش، تلافی کی جانے والی تعاملیتی طاقت کے مطابق منتخب کی جاتی ہے۔

مثال : ایک تنصیب میں 220 وولٹ، 50 ہرٹز پر 1 کے۔وی۔اے۔آر کی تعاملیتی طاقت کی تلافی کرنا درکار ہے تلافی کپیسیٹر کی گنجائش معلوم کریں۔

معلوم : $P_r = 1\ kVAr\ ;\ V = 220\ V$

$f = 50\ Hz$

مطلوب : $C = ?$

حل : $I_{rc} = \frac{P_r}{V} = \frac{1000}{220} = 4.54\ A$

$X = \frac{V}{I_{rc}} = \frac{220}{4.54} = 48.4\ \Omega$

$C = \frac{1}{2\pi f \times X_c} = \frac{10^6}{314 \times 48.4} = 66\ \mu F$

جواب : مطلوبہ کپیسیٹر کی گنجائش 66 مائیکروفیرڈ ہے۔

220 وولٹ، 50 ہرٹز پر 1 کے وی اے آر کی تعاملیتی طاقت کی تلافی کے لیے 66 مائیکروفیرڈ کے کپیسیٹر کی ضرورت ہوتی ہے۔

کپیسیٹر سے صرف کردہ برقی طاقت، برقی دباؤ کے مربع کے متناسب ہوتی ہے۔ اس لیے 380 وولٹ سہ فیز ($1.73 \times 220V$) پر 1 کے وی اے آر کی تلافی کے لیے مطلوبہ کپیسیٹر کی گنجائش مذکورہ گنجائش سے ایک تہائی یعنی 22 مائیکروفیرڈ ہوگی۔

مثال 2 : ایک ویلڈنگ ٹرانسفارمر کی نامی مقداریں مندرجہ ذیل ہیں :

نامی برقی رَو = 10 ایمپیئر، نامی برقی دباؤ = 220 وولٹ، جزوِ طاقت = 0.5

ویلڈنگ ٹرانسفارمر کے جزوِ طاقت کو 0.7 تک بڑھانے کے لیے متلافی کپیسیٹر کی گنجائش معلوم کریں۔ دونوں صورتوں میں ٹرانسفارمر کی تعاملیتی طاقت بھی معلوم کریں۔

معلوم : $I = 10A\ ;\ V = 220V$

$\cos\varphi_1 = 0.5\ ;\ \cos\varphi_2 = 0.7$

مطلوب : $P_{r1} = ?\ ;\ P_{r2} = ?$

$C = ?$

حل : جزوِ طاقت = 0.5

$P_{a1} = V \times I = 220 \times 10 = 2200VA$

$P_1 = P_a \times \cos\varphi_1 = 2200 \times 0.5 = 1100W$

$P_{r1} = P_a \times \sin\varphi_1 = 2200 \times 0.866 = 1905VAr$

مثال (جاری) ترمیم شدہ جزو طاقت = 0.7

$P_1 = P_2 = 1100W$

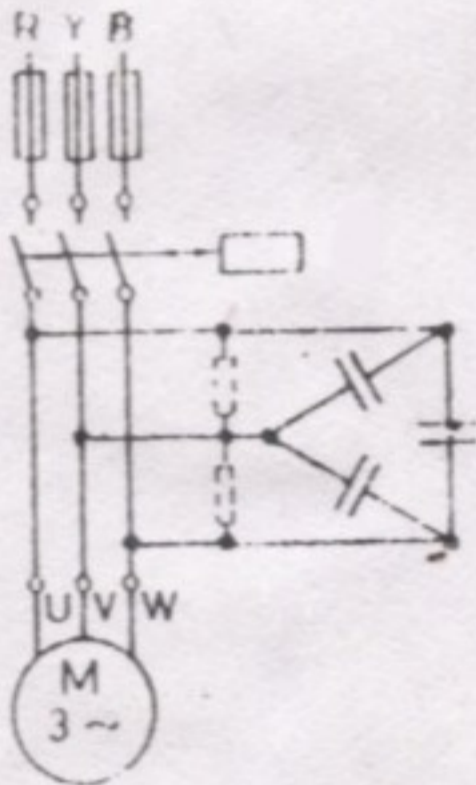
$$P_{a2} = \frac{P_2}{\cos\varphi_2} = \frac{1100}{0.7} = 1571VA$$

$P_{r2} = P_{a2} \times \cos\varphi_2 = 1571 \times 0.715 = 1123VAr$

متلافی کی جانے والی تعاملیتی طاقت 'P_{r1}' اور 'P_{r2}' کے فرق کے برابر ہے۔

$P_c = 1905 - 1123 = 782VAr = 0.78\ kVAr$

$C = P_c \times 66 = 0.78 \times 66 = 52\mu F$

جواب: مطلوبہ کپیسیٹر کی گنجائش 52 مائیکرو فیرڈ ہے۔

9/3: سہ فیز، انڈکشن موٹر کے جزو طاقت کو بہتر کرنا

تلاثی فیز کے متوازی سرکٹ میں متلافی کپیسیٹر کو سرکٹ منقطع ہونے کے بعد ایک منٹ کے اندر بے ضرر برقی دباؤ تک ڈسچارج ہو جانا چاہیے۔ کپیسیٹر کی ڈسچارجنگ بلند مزاحمت کے مزاحم یا صارف کی وائینڈنگ کے ذریعے ہوتی ہے (شکل 9/3)۔ سرکٹ منقطع ہونے کے بعد بھی وائینڈنگ کو کپیسیٹر کے ساتھ لگا رہنا چاہیے۔ ڈسچارج سرکٹ میں کسی قسم کے فیوز یا سوئچ نہیں لگانے چاہییں۔

اگر متلافی کپیسیٹر ڈسچارجنگ مزاحم کے بغیر موٹر کے ٹرمنل کے ساتھ لگا دیے جائیں تو برقی رَو منقطع ہونے کے بعد بھی موٹر کا مقناطیسی میدان زائل نہیں ہوگا اور روٹر رُکنے تک کارِ عمل رہے گا۔ اس وجہ سے روٹر میں امالی برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے جو کہ موٹر کے عملیہ برقی دباؤ سے زیادہ ہو سکتا ہے اور مجوزیت کو نقصان پہنچانے کا باعث ہو سکتا ہے۔